ТЕХНОЛОГИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР в качестве учебника для студентов высших учебных заведений

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
Москва 1976

УДК 674.09(075)

Авторы: *П. П. Аксенов, Н. С. Макарова, И. К. Прохоров, Ю. П. Тюкина*

Рецензент — кафедра лесопильного производства Белорусского технологического института им. С. М. Кирова

Технология пиломатериалов. Учебник для вузов. Изд. 2-е, переработ. и доп., Аксенов П. П., Макарова Н. С., Прохоров И. К., Тюкина Ю. П. М., «Лесная промышленность», 1976, с. 480.

Даны характеристики пиленой продукции, пиловочного сырья, теоретические основы раскроя бревен на пилопродукцию заданных размеров и качества, методы составления плана раскроя на выработку спецификационных пиломатериалов. Рассматриваются принципы построения производственных процессов, теоретические основы их гармонизации, технологические процессы оборудование на складах сырья, в лесопильных цехах, на складах пиломатериалов, вопросы уменьшения отходов и комплексного использования сырья, механизации и автоматизации процессов.

Табл. 49, илл. 185, библиогр.— 72 назв.

Т $\frac{31503-024}{037(01)-76}$ 85—75

© Издательство «Лесная промышленность», 1976

ПРЕДИСЛОВИЕ

По лесной и деревообрабатывающей промышленности особое внимание было обращено на более полное использование древесины. В этом направлении имеются определенные научные и производственные достижения, что и послужило главной причиной переиздания учебника. Наиболее существенные изменения внесены в теорию раскроя бревен и в процессы производства пиломатериалов. Теория раскроя бревен пополнилась разделами выработки пиломатериалов, отвечающих требованиям потребителей по размерам и качеству, а процессы производства — прогрессивными технологическими решениями, используемыми передовыми предприятиями. Внесены существенные изменения и в структуру учебника. Основы теории гармонизации производственных процессов предшествуют описанию самих процессов, что окажет содействие в более правильном их построении, а также в использовании теории при решении инженерных задач на практике.

Устранено дублирование излагаемых материалов с такими учебными дисциплинами, как «Древесиноведение с основами товароведения», «Станки и инструменты деревообрабатывающей промышленности», «Подъемно-транспортные машины». Первые две дисциплины предшествуют освоению курса технологии пиломатериалов.

Подготовкой данного учебника к переизданию занимался коллектив авторов: профессором докт. техн. наук П. П. Аксеновым написаны предисловие, введение, главы: 1, 2, 3, 4, 6 и заключение, доцентом канд. техн. наук Н. С. Макаровой — главы: 8, 9 и 10, доцентом, канд. техн. наук И. К. Прохоровым — главы: 7, 11, доцентом, канд. техн. наук Ю. П. Тюкиной — главы: 5, 12, 13, 14 и 15.

Авторы надеются, что второе издание учебника будет полезно также для инженерно-технических работников предприятий, научных и проектных организаций. Замечания и пожелания по улучшению учебника будут приняты авторами с благодарностью.

ВВЕДЕНИЕ

Пиломатериалы находят широкое применение в народном хозяйстве страны. По объему использования в строительстве и промышленности пиломатериалы превосходят сталь и цемент. Пиломатериалы — незаменимы для изготовления полов, оконных блоков и многих других строительных промышленных и бытовых изделий, исчисляемых тысячами наименований. Изделия из пиломатериалов отличаются высокой эксплуатационной надежностью и относительно низкой себестоимостью. В качестве примера можно привести относительные затраты на полы, с учетом их стоимости, срока службы и эксплуатационных издержек. По данным Л. С. Комаровой [29], эти затраты на полы из пиломатериалов в 2—2,5 раза ниже, чем из других материалов. По данным за 1973 г. производство пиломатериалов в СССР составило свыше 25% по отношению к объему выпуска их во всех других странах. Такое положение обусловливается наличием достаточной сырьевой базы.

В прошлом во всех странах мира производились истощительные рубки лесов для нужд строительства, промышленности и на топливо. В результате такой эксплуатации во многих странах резко уменьшились лесные площади. Больше, чем в других странах мира, лесов сохранилось в СССР, Швеции, Финляндии, Норвегии и Канаде.

По мере вырубки обнаружилось и другое важное значение леса: лес обеспечивает защиту почв от ветровой и водной эрозии, предохраняет сельскохозяйственные угодья от иссущающих ветров (суховеев), пылевых бурь; обеспечивает снегозадержание, накопление влаги в земле, способствует получению устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур; защищает реки от заиления и разрушения берегов, кольматирует твердые выносы и очищает воду в питьевых водохранилищах; сохраняет полноводность рек и создает благоприятные условия для нереста ценных видов рыб; защищает дороги от снежных и песчаных заносов и эрозийных воздействий паводковых вод; очищает воздушный бассейн от вредных промышленных газов, обогащает его ионизированным кислородом и фитонцидами; поглощает пыль и шумы; создает препятствия для проникновения холодных масс воздуха и мерзлоты с севера в средние и южные рай-

оны; служит кормовой базой для птиц и животных, средой для их жизни, для развития пушного и охотничьего промыслов, сбора грибов, ягод, лекарственных растений и т. д.

В нашей стране понимание многогранного значения лесов, важность их сохранения и широкого использования древесины для нужд народного хозяйства нашло отражение в законодательных актах еще на заре возникновения советской власти. Декретом ВЦИК от 27 мая 1918 г., подписанным В. И. Лениным, был принят «Основной закон о лесах», в котором впервые в мире предусматривалось разделение лесов на эксплуатационные и защитные.

Вопросы сохранения лесов, усиления их защитной роли и обеспечения народного хозяйства древесиной были предметом заботы партии и правительства на всех этапах социалистического строительства. В СССР была выделена первая группа лесов, куда вошли леса государственных заповедников, почвозащитные, полезащитные, курортные леса зеленых зон вокруг городов и промышленных предприятий, защитные полосы притундровых лесов и другие. Удельный вес лесов этой группы в 1973 г. составлял 15,3% всех лесов нашей страны, и вырубка в них деревьев ограничена.

Проблема все возрастающего многогранного общенародного значения лесов создает предпосылки для постепенного перехода во всех лесах нашей страны к системам интенсивного ведения лесного хозяйства, обеспечивающим непрерывное пользование лесами, усиление их защитных и оздоровительных функций, возрастающие заготовки древесины для нужд народного хозяйства. Такой путь ведения лесного хозяйства в нашей стране определяется Постановлением Верховного Совета СССР от 20 сентября 1972 г. «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов», в котором поставлена одна из важнейших государственных задач — неустанная забота об охране природы и лучшем использовании ее ресурсов, строгое соблюдение законодательства об охране земли и ее недр, лесов и вод, животного и растительного мира и воздуха. Только при таком отношении к лесу и ко всей живой природе возможно создание лесопромышленных комплексов как единой хозяйственной системы, выполняющей на своей территории заготовку древесины, лесовосстановительные работы и комплексную переработку всей добываемой древесины для производства разнообразной продукции, в которой пиломатериалы должны занимать главное место.

Древесина, полученная в процессе лесозаготовок и рубок ухода за лесом, различна по породному составу, размерам и качеству. Для производства пиломатериалов и фанеры используются крупномерные круглые лесоматериалы высокого качества. Выход такой древесины составляет примерно 55% объема заготовок. Остальная ее масса является маломерной или низкокаче-

ственной, пригодной для выработки щепы, изготовления целлюлюзы, древесностружечных и волокнистых плит, разнообразных химических продуктов, древесного спирта, кормовых дрожжей и т. п. В прошлом для выработки этих видов продукции, особенно целлюлозы, использовались круглые сортименты, пригодные для выработки пиломатериалов, а маломерная и низкокачественная древесина шла на топливо. По мере развития промышленности произошла замена древесного топлива минеральным, а из маломерной и низкокачественной древесины и отходов механической переработки пиловочного, сырья промышленность стала вырабатывать щепу и другую продукцию.

Предметом курса «Технология пиломатерилов» являются способы выработки пилопродукции с минимальными затратами сырья и труда. В соответствии с этим главнейшими разделами курса являются: основы теории раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы и заготовки, теория гармонизации производственных процессов, их механизация и автоматизация.

Производство пиломатериалов является органической частью общей системы лесовыращивания, заготовок древесины и ее переработки с задачами сохранения лесов, улучшения выполнения ими защитных и оздоровительных функций, обеспечения нужд страны в древесине и ее переработки на многообразные продукты.

Глава 1. ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

§ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ

В народном хозяйстве широкое использование нашли круглые лесные сортименты (бревна, кряжи, балансы). Из бревен вырабатывают брусья, доски, клепку, различного назначения заготовки и многое другое. Все эти пиломатериалы получаются путем продольного и поперечного деления бревен на части пилами. В этом и состоит главная задача лесопильного производства. Готовая продукция данного производства очень многообразна и подразделяется в соответствии с породами древесины, назначением материала и его готовностью к использованию (степенью обработки), размерами, способом выработки, качеством древесины и ее обработки. При всех видах производства пиломатериалов древесина сохраняет свои физические и химические свойства, а также природную структуру.

Древесина каждой породы отличается своими природными качествами, которые и положены в основу деления пиломатериалов на три основные группы: пиломатериалы хвойных, твердых и мягких лиственных пород. Наибольшее распространение имеют пиломатериалы из древесины хвойных пород. Они составляют примерно 85—90% от всей пиленой продукции, вырабатываемой в СССР. Из древесного сырья твердых и мягких лиственных пород производится пиломатериалов всего лишь 10—15%. В дальнейшем намечается широкое вовлечение в переработку древесины мягких лиственных пород (березы и осины), которые до настоящего времени не находили достаточного применения и использовались только как топливо.

ТРЕБОВАНИЯ К ПИЛОМАТЕРИАЛАМ

Главное требование к выработке пиленой продукции это правильный подбор древесины с учетом ее породных особенностей. Например, резонансные пиломатериалы вырабатываются только из древесины ели и пихты, лыжные и ложевые — из березы и т. д. Для обеспечения изделиям и сооружениям определенных эксплуатационных свойств в одном случае используется способность древесины сопротивляться воздействию внешних нагрузок — же-

сткость, твердость, в другом — плотность, блеск, текстура, запах, в третьем — ее биологическая или химическая стойкость и т. д. Широкое применение пиломатериалов основано на знаниях породных свойств древесины.

По своему назначению пиленая продукция подразделяется на две основные группы: пиломатериалы для применения внутри страны и на экспорт. Продукция каждой из этих групп в свою очередь, подразделяется на подгруппы. Пиломатериалы для внутреннего потребления подразделяется на продукцию общего назначения, которая используется для изготовления разнообразных изделий и на пиломатериалы специального назначения, например для авиационной, судостроительной промышленности, сельскохозяйственного машиностроения, производства музыкальных инструментов и т. д. К пиломатериалам последней подгруппы предъявляются особые требования как по породности используемого сырья, так и по размерам и качеству в готовом виде.

Пиломатериалы, вырабатываемые на экспорт, должны отвечать требованиям по размерам и качеству в соответствии с традициями, сложившимися в странах, которые дают заказы.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

По готовности к использованию продукция лесопильного производства подразделяется на три основные группы: пиленые детали, заготовки и пиломатериалы. Эти группы пиленой продукции существенно отличаются одна от другой, но в практике их часто называют пиломатериалами. Во избежание этой ошибки ниже приводится характеристика каждой группы пиленой продукции.

К группе пиленых деталей относится продукция, по размерам и качеству пригодная для изготовления изделий и сооружений без всякой обработки. Например, детали, предназначенные для изготовления тары, а также балки для строительства и другие.

К группе заготовок относится продукция определенного качества, имеющая припуски на последующую обработку и предназначенная для изготовления соответствующих изделий и сооружений. Заготовки могут быть одинарными и кратными по своим размерам. Последние можно разделить на заготовки одинарных размеров. Кратные заготовки должны иметь припуск на деление.

В зависимости от конструкции будущих изделий или сооружений заготовки подразделяются на три группы: брусковые, погонажные и щитовые.

Брусковые заготовки — это заготовки со строго определенными размерами по толщине, ширине и длине. Размерность таких заготовок обусловливается конструкциями тех изделий, для изготовления которых они предназначены. В качестве примера можно привести брусковые заготовки для изготовления оконных створок.

Погонажные заготовки — это заготовки со строго заданными размерами по толщине и ширине, но со свободными размерами (в определенных пределах) по длине. Примером могут служить заготовки для изготовления плинтусов, карнизов и других стыкуемых по длине деталей по месту их использования.

Щитовые заготовки — это заготовки со строго заданными размерами по толщине и длине, со свободными размерами (в определенных пределах) по ширине. В качестве примера можно привести заготовки для щитов, используемых при изготовлении дощатой тары, различных настилов, перегородок и т. п. В последних необходимо обеспечить должные размеры по ширине конструкции в целом.

Пиломатериалы — это пиленая продукция, полученная при раскрое бревен, рассортированная по размерам и качеству и предназначенная для выработки из них пиленых деталей и заготовок. По размерам и качеству древесины пиломатериалы могут не соответствовать требованиям, предъявляемым к заготовкам. Пиломатериалы служат сырьем для получения из него пиленых деталей и заготовок; при выработке последних неизбежны отходы.

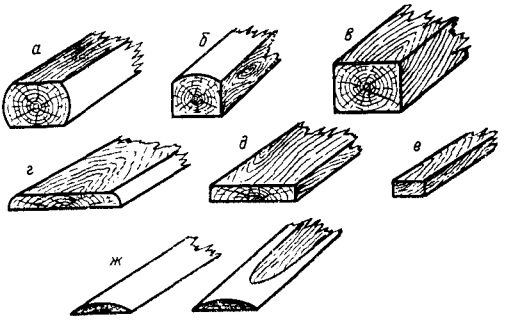


Рис. 1. Основные виды пиломатериалов: брусья: *а* — двухкантный; *б* — трехкантный; *в* — четырехкантный; доски: *г* — необрезные; *д* — обрезные; *е* — обапол; *ж* — горбыльный и дощатый

По степени обработки пиленые материалы подразделяются на обрезные и необрезные. К обрезным — относят пиломатериалы, которые имеют пропиленные поверхности с четырех боковых сторон, к необрезным — пиломатериалы, пропиленные только с двух широких сторон, а с двух узких сторон они пропила не имеют.

В зависимости от размеров поперечного сечения пиломатериалы подразделяют на доски, бруски и брусья (рис. 1). К доскам относят те пиломатериалы, у которых ширина превышает двойную толщину; к брускам — пиломатериалы с шириной не превышающей двойную толщину и к брусьям — пиломатериалы, у которых ширина и толщина больше 100 мм.

Пиломатериалы, предназначенные для внутреннего рынка, подразделяются на тонкие и толстые. Тонкими считаются пиломатериалы толщиной до 32 мм включительно, а толстыми те, у которых толщина превышает 32 мм. Экспортные пиломатериалы для английского рынка по толщине подразделяются на тонкие, средние и толстые. К тонким относятся пиломатериалы тол-

щиной до 22 мм включительно, к средним — толщиной от 25 до 44 мм и к толстым отнесены пиломатериалы, толщина которых превосходит 44 мм.

В зависимости от характера обработки продольных сторон бревен, различают двух-, трех- и четырехкантные брусья. Отпиленные боковые части бревен называют горбылями. Их используют для выработки обапола, предназначенного для креплений, необходимых при горных разработках. Обапол бывает горбыльный — с непропиленной наружной поверхностью или пропиленной не более чем на половину длины, и дощатый — с пропиленной наружной поверхностью более чем на половину длины. (см. рис. 1).

В пиленых деталях, заготовках и пиломатериалах широкие стороны называют пластями, узкие боковые — кромками и перпендикулярные им, концевые — торцами. Пересечения поверхностей сторон пиленой продукции называют ребрами, непропиленную поверхность — обзолом, который делится на тупой и острый. Тупым обзолом называют непропиленную часть поверхности на ребрах обрезных досок, которая выходит на пласть и кромку (рис. 2, *а*). Острым обзолом считается непропиленная часть поверхности, идущая от одной пласти к другой (рис. 2, *б*). Толщина пиленой продукции измеряется по кромке, как расстояние между двумя пластями, а ширина — по пласти, как расстояние между двумя кромками. Длина измеряется по пласти, как расстояние между двумя торцами.



Рис. 2. Виды обзола:
а — тупой; *б* — острый

По расположению пластей относительно годовых слоев пилопродукция делится на радиальную, тангенциальную и смешанную. К радиальной относится продукция, у которой пласти идут перпендикулярно годичным слоям, т. е. пласти направлены по радиусам поперечного сечения бревен, а к тангенциальной — продукция, где пласти расположены по отношению к годичным слоям древесины касательно.

Требования расположения пластей по отношению к годичным слоям древесины предъявляются к специальным видам пиленой продукции. Большая часть пиленой продукции, вырабатывается без учета расположения пластей относительно годичных слоев. Такая продукция называется смешанной.

Радиальная и тангенциальная пилопродукция из разных пород древесины обладает своеобразными и очень ценными эксплуатационными свойствами, что очень важно при изготовлении ряда изделий. В зависимости от направления распила по отношению к направлению волокон древесины разных пород можно получить более красивую текстуру — у одних при радиальной,

а у других при тангенциальной распиловке. У радиально пиленой продукции меньше изменяются линейные размеры по ширине и меньшая водопроницаемость. Продукция, распиленная в тангенциальном или радиальном направлениях, отличается меньшей истираемостью. Радиально распиленная продукция характеризуется увеличением резонансных свойств.

Бочки для хранения жидких продуктов лучше изготовлять из радиально распиленной продукции, так как она обеспечивает большую непроницаемость, надежную плотность стыков в местах соединений при изменении их влажности. Радиальная пиленая продукция предназначается для настила полов, так как она обеспечивает большую плотность стыков и дает красивую текстуру (паркетные полы).

В производстве музыкальных инструментов ценятся еловые, радиально распиленные материалы, потому как они обладают лучшими резонансными свойствами, чем тангенциальные. Музыкальные инструменты, выполненные из радиальной пилопродукции отличаются более высокими акустическими данными.

Для производства лыж используют березовые заготовки, с тангенциальным распилом. Такой распил обеспечивает меньшую истираемость подошвы лыж и гарантирует их высокое качество.

Выработка пиленой продукции с направлением пластей по радиусам довольно затруднительна. В связи с этим продукцию, у которой пласти расположены к годичным слоям под углом не менее 45°, практически относят к радиальной.

Некоторые пиленые сортименты специального назначения вырабатывают ориентированными не только относительно годичных слоев древесины, но и относительно продольной оси бревен по месту их выработки. Например, заготовки для производства винных бочек вырабатывают из ядровой зоны бревна, ближе к продольной его оси; заболонная часть в них допускается ограниченно.

Кроме пиломатериалов на лесопильных предприятиях из отходов от основного производства вырабатывают побочную продукцию. К ней в первую очередь относится технологическая щепа, предназначенная для получения целлюлозы, древесных плит, кормовых дрожжей, спирта и т. п.

§ 2. СТАНДАРТИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ И КАЧЕСТВА ПИЛЕНОЙ ПРОДУКЦИИ

Изделия и сооружения из древесины очень многообразны. Они имеют широкое распространение и эксплуатируются в самых разнообразных условиях. Поэтому потребовалась унификация размеров и качества вырабатываемых заготовок и пиломатериалов. Такая унификация устанавливается государственными стандартами. Размеры заготовок и пиломатериалов в государ-

ственных стандартах устанавливаются в единицах измерения, принятых в стране. Размеры пиленой продукции, установленные в национальных стандартах для древесины определенной влажности, называются номинальными. Фактические размеры пиленой продукции могут быть больше или меньше номинальных, но это при условии если фактическая влажность древесины отличается от влажности, установленной ГОСТ для номинальных размеров.

В отечественном лесопильном производстве номинальные размеры преобладающего состава пиленой продукции для внутреннего потребления устанавливаются при влажности древесины 15% абс., т. е. близкой к ее воздушносухому состоянию в той или иной климатической зоне. Для отдельных видов пиленой продукции внутреннего потребления (паркетная заготовка) номинальные размеры установлены для влажности древесины 12% абс.

Номинальные размеры хвойных пиломатериалов, производимых на экспорт, устанавливаются для древесины, влажность которой соответствует национальным традициям стран-импортеров; например, при поставке продукции в южные страны номинальные размеры пиломатериалов устанавливаются для древесины влажностью 12—15, а для Англии — влажностью 20—22% абс.

Размерная сетка номинальных размеров пиленой продукции в национальных стандартах строится с определенными градациями. В странах с метрической системой мер градации по толщине для тонкой пиленой продукции устанавливают через 3 мм, для средней через 5 и для толстой через 10—20 мм. В странах с метрической системой мер устанавливают длину для заготовок с градацией 25 и 50 мм, для пиломатериалов твердых лиственных пород — 0,1 м, для пиломатериалов хвойных пород — 0,25 м. Размеры необрезных пиломатериалов по ширине устанавливают с градацией 10 мм. Ширина внешней пласти в узком месте необрезных досок должна быть не менее 60 мм. Ширина необрезных досок определяется как полусумма ширины двух пластей, измеренных на середине их длины, причем доли до 5 мм не учитываются, а доли размером 5 мм и больше принимаются за 10 мм. Размерные сетки с указанными градациями строят с целью сокращения количества размеров пиленой продукции, находящейся в обращении. Установление меньших градаций приводит к невозможности осуществления сортировки пиленой продукции по размерам из-за отклонений от номинальных размеров. Отклонения от номинальных размеров обусловливаются неодинаковыми изменениями линейных размеров у пиломатериалов, выпиленых из разных бревен или из различных мест бревна, с неодинаковой степенью влажности и ориентацией пластей по отношению к годичным слоям, от степени точности размеров вырабатываемой пилопродукции.

Для пиломатериалов, используемых внутри страны, допускаются следующие отклонения от номинальных размеров мм:

по длине	+50 и —25
» толщине (до 32 включительно)	±1
» » и ширине (для обрезных досок от 40 до 100 мм)	±2
по толщине и ширине (более 100 мм)	±3

При допускаемых отклонениях по толщине и ширине установление меньших градаций в их номинальных размерах приведет к совпадению смежных размеров пиломатериалов, имеющих минусовые и плюсовые допуски.

Размерные сетки номинальных размеров пиленой продукции приводятся в государственных (национальных) стандартах. Различия в номинальных размерах в разных странах могут быть довольно значительными, что обусловливается национальными традициями и особенностями того или иного государства. Например, номинальная толщина тонких пиломатериалов в Советском Союзе принята 13, 16, 19 мм и т. д., а в странах средиземноморского рынка — 12, 15, 18 мм и т. д.

Имеющиеся различия в номинальных размерах пиленой продукции оказывают на международную торговлю отрицательное влияние и затрудняют производство пиленой продукции. Во избежание этого разрабатываются международные стандарты на размеры пиломатериалов. На основе этих стандартов соответственно изменятся и национальные стандарты.

При выработке пиленых деталей, заготовок и пиломатериалов номинальных размеров необходимо учитывать влажность древесины, из которой они вырабатываются.

Количество влаги, находящейся в древесине, отнесенное к ее массе и выраженное в процентах, называется абсолютной влажностью[1]. При продолжительном нахождении в воде влажность свежесрубленной древесины повышается, а при хранении на воздухе уменьшается и достигает равновесного, воздушносухого состояния. Влажность деталей должна быть близкой к равновесному состоянию древесины в условиях эксплуатации изделий или на 1—2% ниже. Например, мебель изготовляют из древесины влажностью от 7 до 10%, а дверные и оконные переплеты из древесины, влажность которой около 12%.

Требования к деталям определяются также и свойством древесины изменять размеры: усыхать при уменьшении влажности и разбухать при ее увеличении. Усушка древесины начинается при снижении влажности за пределы гигроскопичности, соответствующей моменту испарения всей капиллярной влаги (т. е. влаги, заполняющей полость клеток) и максимуму гигроскопической влаги (т. е. влаги, заключенной в оболочках клеток).

---

[1] Вопросы изменения влажности древесины подробно излагаются в курсах «Древесиноведение» и «Гидротермическая обработка древесины».

Усушка древесины в различных направлениях неодинакова. Для отечественных пород древесины усушка в направлении длины волокон составляет примерно 0,1%, в радиальном направлении 3—6%, в тангенциальном 6—12%. При изготовлении пиленых деталей, заготовок и пиломатериалов номинальных размеров из сырой древесины необходимо давать припуск на усушку; последний дается только по толщине и ширине. Припуском на усушку *по длине обычно пренебрегают*, так как размеры его очень малы.

Величина припуска на усушку с учетом породных данных древесины, влажности раскраиваемого сырья и ориентации сторон пилопродукции по отношению к годичным слоям, а также конечной влажности нормируется ГОСТом. В качестве примера ниже приведены нормы припусков на усушку сосновых, еловых, пихтовых и кедровых пиленых материалов со смешанной ориентацией сторон относительно годичных слоев (табл. 1). Когда вырабатывают радиальную пилопродукцию, припуск на усушку определяют также по табл. 1, но с умножением их на коэффициент 0,6.

Таблица 1

Припуски на усушку хвойных (сосна, ель, пихта, кедр) пиломатериалов согласно ГОСТ 6782 — 67

Толщина и ширина пиломатериалов, мм	Припуски на усушку, мм, при конечной влажности древесины, %			Толщина и ширина пиломатериалов, мм	Припуски на усушку, мм, при конечной влажности древесины, %		
	8—10	14—16	20—22		8—10	14—16	20—22
13	0,8	0,7	0,6	75	3,5	2,8	2,0
16	0,9	0,8	0,7	80	3,7	3,0	2,0
19	1,0	0,9	0,8	90	4,1	3,3	2,2
22	1,2	1,0	0,9	100	4,6	3,6	2,3
25	1,3	1,2	1,0	130	5,8	4,4	2,7
32	1,6	1,4	1,2	150	6,7	4,9	3,0
40	2,0	1,7	1,4	180	7,9	5,7	3,4
45	2,2	1,8	1,5	200	8,7	6,2	3,7
50	2,4	2,0	1,6	220	9,5	6,8	4,0
60	2,8	2,4	1,8	250	10,6	7,5	4,4
70	3,2	2,7	1,9				

Фактические размеры пилопродукции по толщине и ширине равны

$$A_{\text{ф}} = A_{\text{н}} + П_{\text{у}}, \qquad (1)$$

где $A_{\text{ф}}$ — фактические размеры пилопродукции по толщине или ширине, мм;

$A_{\text{п}}$ — номинальный размер пилопродукции по толщине или ширине, мм;

$П_{\text{у}}$ — припуск на усушку, мм.

Качество пиленой продукции характеризуется совокупностью свойств, которые необходимы при ее использовании или эксплуатации; чем больше удовлетворяются эксплуатационные требования и полнее использование при раскрое, тем выше качество пилопродукции.

По признаку качества пилопродукцию подразделяют на сорта или качественные группы. Требования к качеству пиленой продукции определяются ее назначением. В деталях и заготовках в первую очередь ценятся те свойства, которые обеспечивают изделию надежность в эксплуатации; в пиломатериалах — возможность полноценного использования их при выработке деталей и заготовок определенного назначения.

Ценность пилопродукции состоит в том, насколько она отвечает предъявляемым к ней требованиям. Основные признаки качества пиленой продукции это соответствие ее назначению по породе и качеству древесины, а также качеству ее обработки. Оценка качества древесины в пиленой продукции возможна на основе прямых или косвенных признаков, характеризующих те или другие ее свойства. В практике качество древесины часто оценивается на основе косвенных признаков, характеризующих наличие в пиленой продукции тех или других ее свойств. Признаком этих свойств может быть указание о выработке пиленой продукции для того или другого назначения из какой-либо одной или нескольких пород древесины, которым присущи определенная объемная масса, твердость, цвет, запах и т. п. Вполне определенный и объективный признак, характеризующий качество древесины в пиленой продукции, — это показатели радиальности или тангенциальности расположения ее пластей относительно годичных слоев.

В пиленой продукции сложнее оценить механические свойства древесины; для определения механических свойств древесины необходимы лабораторные испытания. Определение этих свойств допускается и по косвенным признакам. Основные нормируемые пороки — это сучки разного размера и состояния, недостатки в строении древесины (наклон волокон, крень, смоляные кармашки, прорости), грибные окраски, гнили, повреждения насекомыми, разнообразные трещины и т. п. Размеры и количество допускаемых в пилопродукции разного назначения пороков нормируются ГОСТом.

Одни и те же пороки пиленой продукции разного назначения могут оказывать различное влияние на ее эксплуатационные свойства. В деревянных деталях, которые работают на сопротивлении воздействию различных внешних сил, влияние пороков будет наибольшим; они снижают способность детали к сопротивлению. В деталях, которые не несут большой внешней нагрузки (щиты для защиты железнодорожных путей от заноса снегом), влияние пороков древесины будет наименьшим. В таких деталях допускаются почти все пороки, кроме гнили. В деталях, испы-

тывающих большие нагрузки допустимы только те пороки, которые оказывают малое влияние на прочность.

Методы измерения и нормирования размеров и количества допустимых пороков для пиленой продукции различного назначения многообразны. В пределах каждой страны они указываются в ГОСТе. Например, размер сучка в одном случае измеряется по наименьшему диаметру, в другом как полусумма наибольшего и наименьшего диаметров и в третьем как расстояние между касательными к сучку, проведенными параллельно продольной оси пиленой продукции и т. п.

Пиленую продукцию сортируют по совокупности допустимых пороков в древесине и дефектов обработки. Качество обработки пиленой продукции обусловлено стандартами. В основу нормирования и оценки качества обработки положены отклонения от установленных размеров: величины обзола, поперечное и продольное коробление, крыловатость, величина неровностей от пропила, ворсистость и т. п.

Пиленую продукцию вырабатывают по спецификациям, составленным заказчиками-потребителями. В спецификациях указываются порода древесины, размеры пилопродукции, сортность и количество. Иногда бывает необходимо определять средние размеры пиленой продукции по спецификации. Средние размеры пиленой продукции по ширине определяют по формуле

$$b_{ср} = \frac{Q}{\frac{Q_1}{b_1} + \frac{Q_2}{b_2} + \ldots \frac{Q_n}{b_n}}, \qquad (2)$$

где $b_{ср}$ — средняя ширина;

$b_1, b_2 \ldots b_n$ — различная ширина пиленой продукции по спецификации;

Q — общий объем пиленой продукции по спецификации;

$Q_1, Q_2 \ldots Q_n$ — объемы пиленой продукции, имеющей размеры по ширине $b_1, b_2 \ldots b_n$ и т. д.

На готовую продукцию наносят марку, в которой показаны ее назначение, сорт и завод изготовитель. Иногда на пиленой продукции ставят условные знаки, показывающие назначение и сортность продукции. Знаки эти должны быть согласованы с заказчиком-потребителем. Марку и условные знаки наносят на пласти, или торцы, или на пачки, если продукцию поставляют в плотных пакетах.

Глава 2. СЫРЬЕ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ПИЛЕНОЙ ПРОДУКЦИИ

§ 1. ФОРМЫ ПИЛОВОЧНЫХ БРЕВЕН И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ОБЪЕМОВ

Для выработки пиленой продукции сырьем служат бревна, или кряжи. Они представляют собой части спиленных стволов деревьев различных пород, очищенные от сучьев. При раскрое бревен на пиленую продукцию необходимо учитывать особенности их формы, размеры и качество. Изучением формы древесных стволов и их частей, а также разработкой методов определения их объемов занимается специальная наука — лесная таксация. По данным лесной таксации, стволы и части всех деревьев, выросшие в густом лесу, близки к формам правильных геометрических тел, только одиночно растущие деревья имеют неправильную форму. Поперечные сечения стволов близки к формам круга или эллипса. В лесной таксации площади поперечных сечений круглых лесных сортиментов принято исчислять по формуле площади круга со средним диаметром, равным полусумме двух диаметров, измеренных во взаимно перпендикулярных направлениях. Форма продольных сечений, проходящих через ось стволов, для сосны, ели, осины, дуба и березы представлена на рис. 3 [62].

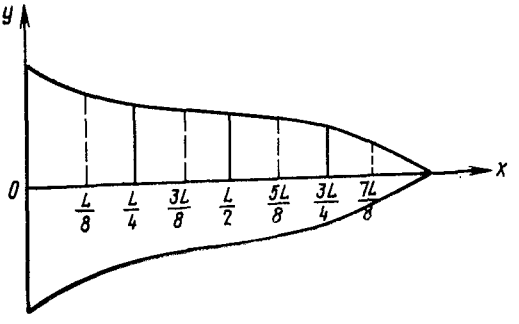


Рис. 3. Продольное сечение древесного ствола

Кривые, которые характеризуют образующие частей ствола, точнее всего выражаются уравнением

$$y^2 = Cx^b, \tag{3}$$

где y — радиус поперечного ствола;

C — постоянный коэффициент;

x^b — расстояние сечения от начала координат.

По исследованиям проф. Н. П. Анучина (4), показатели степени b в разных условиях роста и в разных частях ствола изменяются от 0 до 3. В зависимости от значений степени уравнения образующей ствола на отдельных ее участках могут быть представлены в следующем виде:

$y^2 = C$ — уравнение прямой параллельной оси абсцисс, при вращении которой вокруг оси абсцисс образуется цилиндр;

$y^2 = Cx$ — уравнение параболы второго порядка, при вращении которой вокруг оси абсцисс образуется параболоид вращения второго порядка;

$y^2 = Cx^2$ — уравнение прямой, пересекающейся с осью абсцисс, при вращении которой вокруг оси абсцисс образуется конус;

$y^2 = Cx^3$ — уравнение параболы Нейля, при вращении которой вокруг оси абсцисс образуется нейлоид.

Отдельные части ствола приближаются к названным выше геометрическим формам: нижняя часть — к нейлоиду, серединная на коротких участках — к усеченному параболоиду вращения второго порядка, вершинная — к конусу. Несмотря на сходство частей ствола с общеизвестными геометрическими телами (конусом, цилиндром и параболоидом), они не характеризуют ствол в целом.

При определении всего объема ствола в лесной таксации принимается теоретическая функциональная зависимость между площадями сечений и высотой ствола, выраженная формулой

$$F = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \ldots \quad (4)$$

где A, B, C, D — постоянные коэффициенты;

F — площадь поперечного сечения;

x — высота от шейки ствола.

Объем V древесного ствола (см. рис. 3), или части его можно определить как сумму бесконечно тонких поперечных отрезков по формулам:

$$V = \int_0^x (A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \ldots)\, dx;$$

$$V = Ax + \frac{Bx^2}{2} + \frac{Cx^3}{3} + \frac{Dx^4}{4} \ldots \quad (5)$$

В зависимости от количества взятых членов подинтегрального выражения и способов определения коэффициентов по формуле (5), объем ствола или его части можно определить с разной степенью точности. При ограничениях подынтегрального выражения двумя или тремя членами для определения объемов стволов или их частей пользуются четырьмя простыми формулами: формулой концевых поперечных сечений (Смалиана); формулой серединного и верхнего поперечных сечений (Губера); формулой поперечного сечения на одной трети длины ствола от комлевого конца и верхнего концевого сечения ствола (Госфельда); формулой трех поперечных сечений (Рикке).

Первые три простые формулы получены при двух членах подынтегрального выражения, в котором

$$F = A + Bx; \quad (6)$$

$$V = Ax + \frac{Bx^2}{2}, \quad (7)$$

где F — площадь поперечного сечения ствола; V — объем ствола.

При определении объемов по концевым сечениям для нахождения коэффициентов A и B принимают следующие сечения: F_0 — у основания ствола и F_L — на расстоянии L от шейки корня. Тогда

$$Fx_0 = A + Bx_0; \qquad F_L = A + Bx_L.$$

В этих уравнениях $x=0$; $x_L=L$, поэтому их можно представить в виде

$$F_0 = A; \qquad F_L = A + BL.$$

Решением последнего уравнения относительно B, можно получить

$$B = \frac{F_L - A}{L} = \frac{F_L - F_0}{L}.$$

Подстановкой найденных значений коэффициентов A и B в формулу (7) при $x=L$ можно получить

$$V = F_0 L + \frac{F_L - F_0}{2} L = \frac{2F_0 L + F_L L - F_0 L}{2} =$$

$$= \frac{F_0 + F_L}{2} L. \qquad (8)$$

Полученное выражение и будет простой формулой концевых сечений, по которой можно определять объем бревен.

Для целых стволов, у которых площадь верхнего сечения равна нулю, формула (8) примет вид

$$V = \frac{F_0 L}{2}. \qquad (9)$$

При определении объемов по серединному и верхнему сечениям для нахождения A и B первое сечение берут на расстоянии

$$x = \frac{L}{2}$$

и второе — на расстоянии $x=L$.

Ниже приводится формула для определения объмов всего ствола или его частей:

$$V = F_{\frac{L}{2}} L. \qquad (10)$$

Формула (10) называется формулой серединного сечения или формулой объемов цилиндра. В лесной таксации формула (10) принята как основная. Объемы ствола или его частей могут быть определены по двум поперечным сечениям, из которых первое взято на расстоянии $^1/_3$ высоты от комля и второе — в верхнем конце, когда

$$F_{\frac{L}{3}} = A + \frac{BL}{3}; \quad F_L = A + BL.$$

Найденные значения A и B и подставляют в формулу (7) с заменой x на L и получают

$$V = \frac{3F_{\frac{L}{3}} + F_L}{4} L. \qquad (11)$$

Для целых стволов, у которых верхнее поперечное сечение, равно нулю, формула (11) примет вид

$$V = \frac{3F_{\frac{L}{3}} L}{4} = 0{,}75F_{\frac{L}{3}} L. \qquad (12)$$

Для подсчета объемов стволов и их частей с использованием двух членов подынтегрального выражения в лесной таксации был предложен ряд других формул, но они не нашли широкого применения. Для более точного определения объема стволов и их частей были взяты три члена подынтегрального выражения формулы (5) и соответственно три поперечных сечения: в комлевом конце, на середине и в верхнем конце ствола или его части:

$$F = A + Bx + Cx^2;$$

$$V = Ax + \frac{Bx^2}{2} + \frac{Cx^3}{3}.$$

Коэффициенты A, B, C в уравнении объема стволов определены по трем уравнениям принятых поперечных сечений.

Конечная простая формула для определения объемов стволов или их частей по трем поперечным сечениям, применяемая в таксации, имеет вид

$$V = (F_0 + 4F_{\frac{L}{2}} + F_L)\frac{L}{6}. \qquad (13)$$

В математике эта формула называется формулой Ньютона. Данная формула пригодна для определения объемов всех тел вращения: цилиндра, параболоида, конуса и нейлоида.

Погрешности в определении объемов частей ствола по вышеуказанным простым формулам снижаются с уменьшением длины сортиментов. По исследованиям Н. П. Анучина [4], истинные объемы отрезков стволов длиной 6,5 и 8,5 м отличаются от расчетных в пределах +18 и —27%, а в среднем отклонения составляют 1%. При снижении длины отрезков до 3 м все простые формулы дают объемы близкие к истинным. Поэтому в лесной таксации для определения объемов длинных круглых сортиментов и объемов стволов используют сложные формулы.

Последние построены на основе простых формул, которые позволяют определять точные объемы коротких отрезков ствола. При условном делении ствола по длине на короткие отрезки и

определении их объемов по простым формулам суммирование полученных результатов даст объем ствола или длинного бревна с достаточной для практики точностью. По сложным формулам объем ствола или его частей может быть представлен в следующем виде:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n, \tag{14}$$

где n — число отрезков;

$V_1, V_2, V_3, \ldots, V_n$ — объемы коротких отрезков, определяемые по простым формулам.

На основе указанных выше четырех простых формул в лесной таксации выведены четыре сложные формулы для определения объемов стволов или их частей.

Для выявления погрешностей при определении объемов по этим формулам необходимы сопоставления расчетных объемов с истинными. Последние устанавливают физическими методами. Простейший из них — это погружение отрезков ствола (бревна) в баки с водой. По вытесненному объему воды определяют истинный объем отрезка.

При этом полученные отклонения от истинных объемов, рассчитанные по всем четырем сложным формулам, близки между собой, максимальная погрешность расчета не превышает 1,9%. Такая погрешность практически несущественна и свидетельствует о возможности использования всех четырех сложных формул, как равноценных. По технике расчетов объемов наиболее простой признана формула серединных сечений. Последняя в лесной таксации принята за основную при определении объемов стволов и бревен.

§ 2. СБЕГ БРЕВЕН

Диаметр древесного ствола уменьшается от комля к вершине. Уменьшение диаметра, приходящееся на единицу длины называется сбегом. Для оценки различий в сбеге отдельных бревен принято определять средний сбег, представляющий собой отношение разности между диаметрами в нижнем $D_н$ и верхнем $d_в$ торцах к длине бревна L:

$$S_{ср} = \frac{D_н - d_в}{L}. \tag{15}$$

При определении среднего сбега у комлевых бревен нижний диаметр $D_н$ берут не у комлевого торца бревна, а на расстоянии от него на 1 м (из-за корневых наплывов). Соответственно с этим при определении среднего сбега комлевых бревен разность между $D_н$ и $d_в$ делят на длину бревна, уменьшенную на 1 м:

$$S_{ср} = \frac{D_1 - d_в}{L - 1}. \tag{16}$$

По исследованиям Н. П. Анучина, среднеарифметические величины среднего сбега находятся в прямолинейной зависимости от толщины бревен. Зависимость эта характеризуется уравнением

$$S_{ср} = 0{,}39 + 0{,}021D, \qquad (17)$$

где D — диаметр, см, для комлевых бревен на расстоянии от комля 1 м, для всех остальных — в нижнем торце.

В лесопильном производстве в зависимости от диаметров бревен средние сбеги, свойственные наиболее распространенным в СССР насаждениям II и III бонитетов, приняты в размерах, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Средние сбеги [57, 58]

Диаметр бревен в верхнем отрезке, см	Средний сбег, см/м	Диаметр бревен в верхнем отрезке, см	Средний сбег, см/м
12—13	0,75	39—42	1,35
14—18	0,80	43—46	1,45
19—22	0,90	47—50	1,55
23—26	1,00	51—55	1,65
27—30	1,10	56—58	1,70
31—34	1,15	60 и более	1,80
35—38	1,25		

При пользовании этой таблицей необходимо учитывать, что действительные сбеги в любой партии бревен в соответствии в законом нормального распределения имеют отклонения как в большую, так и в меньшую сторону от средних.

В лесной таксации при изучении влияния сбега на объем бревен различают периферийную часть бревна, зону сбега, и центральную, которую называют цилиндрической. К цилиндрической части бревна относится зона цилиндра, за основание которого принимается верхний торец бревна, а вся остальная его часть относится к сбеговой зоне.

Объем зоны сбега зависит от величины сбега, длины и толщины бревна. По данным проф. Н. П. Анучина, у бревен средней длины (6 м), на зону сбега приходится 20,8, у длинных (10 м) — 31,1% объема. Относительный объем сбеговой зоны больше у тонких и меньше у толстых бревен:

Длина, м	Толщина, см	Зона сбега, %
6	15	24,2
6	25	19,4
6	40	16,7

На основании сложных и простых формул составлено два вида таблиц. В этих таблицах указаны объемы бревен различных раз-

меров. Пользование данными таблиц упрощает определение объемов бревен. К первому виду относятся таблицы объемов цилиндров [1]. Для определения объема по этим таблицам необходимо знать длину бревна и его диаметр на середине длины. Поскольку измерять диаметры на середине длины бревен, уложенных в штабеля, не представляется возможным, в лесной таксации для определения объемов бревен составлены таблицы, которые отнесены ко второму виду таблиц. Для определения объема бревен с помощью этих таблиц диаметры сортиментов требуется измерять только в их верхнем конце. Полученные среднеарифметические объемы по каждому размеру бревен вписаны в таблицы, которые используются для определения объемов бревен на предприятиях (ГОСТ 2708 — 44 «Таблицы объемов круглых лесных материалов»; Госкомитет стандартов Совета Министров СССР).

Однако при пользовании этими таблицами необходимо учитывать, что они показывают лишь средние объемы данной группы и пригодны для учета объема болшого количества бревен, а не единичных. Истинные объемы единичных бревен могут не совпадать со средними из-за особенностей их формы и сбега. У бревен со средним сбегом действительные объемы будут близки к табличным; отклонения от данных таблиц будут у сильносбежистых и малосбежистых бревен. Объемы сильносбежистых бревен таблицы несколько приуменьшают, а малосбежистых — преувеличивают. Табличные объемы отдельных бревен дают отклонения от действительных в среднем на $\pm 10\%$.

При поставке больших партий бревен, среди которых есть малосбежистые, сильносбежистые и со средним сбегом, определение их объема по таблице дает удовлетворительные результаты. Рассчитанные по таблицам объемы партий бревен оказываются близкими к действительным. Поэтому таблицы объемов бревен второго вида используются в практике при учете большого количества бревен. Однако таблицы этого вида малопригодны для определения объема небольших партий бревен, где необходимо знать действительные объемы, например при проведении опытных распиловок. В последнем случае необходимо определять объемы бревен по сложным формулам лесной таксации.

§ 3. РАЗМЕРЫ И ОБМЕР БРЕВЕН

Длину бревен измеряют в метрах, а диаметр в сантиметрах. Объем бревен определяют в кубических метрах. К пиловочному сырью для выработки пиломатериалов общего назначения относятся бревна диаметром от 14 см и больше, длиной от 4 до 6,5 м. Для определения толщины бревен измеряют диаметр верхнего торца. Поскольку диаметры поперечных сечений бревен отлича-

---

[1] **Тюрин В. В., Науменко И. М., Воропанов П. В.** Лесная вспомогательная книжка. М., 1956, с. 22—25.

ются от круга, их измеряют в двух направлениях: по наибольшему и по наименьшему диаметрам. Из полученных измерений выводят среднюю величину, которая и называется средним диаметром. Согласно стандартам пиловочные бревна чаще всего учитывают по четным диаметрам. При действующей системе учета размеров пиловочного сырья по четному диаметру все размеры между четными округляют до ближайшего четного с отнесением к нему всех бревен, диаметр которых больше четного на 0,1 до 0,9 см и меньше на 0,1 до 1 см. Например, к бревнам диаметром 20 см будут относиться и те, диаметр которых находится в пределах от 19 до 20,9 см.

В связи с округлением действительных размеров до определенных ступеней толщины у большей части бревен, учтенных по диаметру, возникает ошибка. Допущенные ошибки в учете по четному диаметру влекут за собой неточности в определении действительных объемов бревен. При учете бревен через 1 см ошибки составляют ±3%, а через 2 см — ±6%. При измерении большого количества бревен эти ошибки будут иметь положительный и отрицательный знаки и взаимно уничтожатся. Стандартами допускается также измерение диаметров в одном направлении, например под углом 45° к горизонтали, но это при условии, если в одной партии не менее 100 бревен. В этом случае ошибки в измерениях разных бревен также погашаются.

Пиловочные бревна заготовляются по длине с градацией через 0,5 м. По длине бревна имеют припуск 3 см. Доли меньше указанных градаций не учитываются. Диаметр бревен измеряют без коры. Осуществляют это метром или специальной мерной вилкой. Обмер бревна мерной вилкой производят немного отступая от его торца. Длину бревен измеряют рейками со специальной шкалой или рулетками. В последние годы в практику обмера бревен вошли различные автоматические средства.

§ 4. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОРОКОВ В БРЕВНАХ

Качественные особенности бревен изучали многие отечественные ученые. На основе этих исследований установлены общие закономерности распространения пороков в пиловочном сырье, что имеет важное значение для деления его на сорта. Из большого числа пороков наибольшее влияние на качество сырья и вырабатываемой пиленой продукции оказывают сучки, наклон волокон, синева, трещины, червоточина, сердцевинная трубка. По своему происхождению пороки делятся на непаразитные и паразитные, возникшие еще на растущем дереве и на срубленной древесине. К наиболее важным непаразитным порокам растущего дерева относятся сучки, наклон волокон метиковые и другие трещины, сердцевинная трубка. Паразитные пороки — это различные гнили. На срубленной древесине могут быть такие пороки,

как синева и другие окраски грибкового происхождения, а также червоточина.

Сучки — из всех перечисленных пороков оказывают наибольшее влияние на сортность пилопродукции. Сучок представляет собой часть ветви в теле ствола. В растущем дереве ветви развиваются от сердцевины ствола, а иногда и из отдельных почек, развившихся на его поверхности. Нижние ветви в процессе развития дерева отмирают, высыхают и под действием внешних условий (ветра, тяжести снега, собственной тяжести и т. п.) обламываются. Оставшиеся части обломившихся ветвей постепенно зарастают, так внутри ствола образуются заросшие сучки.

В верхней части ветви сохраняются на протяжении всей жизни дерева, а при заготовке бревен их отделяют от стволов и в местах выхода ветвей на поверхность ствола остаются основания сучков. Схема расположения сучков внутри стволов приведена на рис. 4. Из схемы видно, что сучки по длине ствола расположены в виде двух усеченных конусов, обращенных вершинами вниз и основаниями к кроне. Первый конус охватывает сердцевину и показывает зону здоровых сросшихся с древесиной сучков, а во второй конус, охватывающий зону здоровых сучков, входят и отмершие сучки. Часть древесины, прилегающая к зоне отмерших сучков, бывает бессучковой или малосучковой.

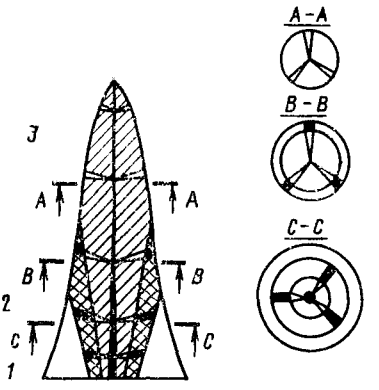


Рис. 4. Схема распространения сучков в стволах:

1 — бессучковая зона; *2* — зона пораженных сучков; *3* — зона здоровых сучков

При раскряжевке ствола из комлевой, серединной и вершинной частей получаются бревна с различным количеством сучков. В бревнах, полученных из комлевой части, обычно бывает три зоны сучков: центральная — со здоровыми мелкими сучками, средняя, которая охватывает центральную зону в виде цилиндра с отмершими сучками, и периферийная — бессучковая или малосучковатая зона.

Серединные бревна имеют две зоны расположения сучков: центральную — со здоровыми сучками и периферийную — со здоровыми и отмершими сучками. Из вершинной части стволов получаются бревна, которые имеют только одну зону — зону здоровых сучков. Она захватывает все поперечное сечение бревен.

Зональное распространение сучков по стволу дерева имеет важное практическое значение, так как позволяет раскраивать ствол на комлевые, серединные и вершинные пиловочные бревна

с однородным распространением сучков и условиями для выработки из них пиленой продукции определенного качества.

Правда, в схеме (см. рис. 4) распространение сучков внутри ствола несколько идеализировано. В действительности имеются отклонения, которые обусловливаются природными факторами, условиями роста дерева, а также очисткой деревьев от ветвей во время роста. В комлевой части стволов встречаются участки без сучков или с частичным их выходом на поверхность. Однако в данной части ствола количество сучков, выходящих на поверхность, всегда меньше, чем в серединной и вершинной. Поэтому в стандартах основными признаками подразделения круглых лесоматериалов на сорта принимается размер и количество сучков, выходящих на поверхность. В бревнах высших сортов, которые предназначены для выработки наиболее качественных пиломатериалов, размер и количество допускаемых сучков, выходящих на поверхность ограничивается, а чем ниже сорт пиловочного сырья, тем больше допускается в нем сучков различных размеров.

Наклон волокон (косослой) в древесине характеризуется направлением волокон под углом к оси ствола, вокруг которой они образуют винтовую линию. Косослой захватывает преимущественно периферийную часть бревна и по мере удаления от нее угол наклона волокон резко снижается. В пиловочном сырье различного качества косослой допускается с ограничениями. Зона распространения косослоя представляет собой зону низкого качества древесины, пригодную для выработки такой пиленой продукции, в которой этот порок допускается.

Трещины в стволе — тоже существенный порок. Они бывают метиковые и отлупные. Метиковые трещины чаще встречаются на крупномерных бревнах и идут они от сердцевины по радиусам, но до поверхности не доходят, отлупные же трещины идут по годичным кольцам в сердцевинной зоне. И те и другие трещины нарушают целостность пиломатериалов. Поэтому при раскрое пиловочного сырья необходимо вырабатывать из этой зоны бревна пиломатериалы, где данные пороки допустимы по ГОСТу.

Гнили бывают самые разнообразные. Одни из них развиваются еще на растущем дереве и поражают наружную или внутреннюю (сердцевинную) часть. Это заметно и на бревнах, полученных из таких деревьев. Но чаще всего встречаются внутренняя (корневая) гниль, которая занимает центральную зону в поперечном разрезе сырья и совпадает с зоной древесины низкого качества как по сучкам, так и по наличию сердцевины. В пиловочном сырье гниль в бревнах допускают с ограничениями, особенно в высших сортах. При раскрое бревен на пиленую продукцию этот порок также следует учитывать.

Синева — порок срубленного дерева. Она порожает заболонную часть, чем обесценивает в комлевых бревнах зону высокого качества древесины. Но появление этого порока в древесине

можно предупредить, если организовать правильное хранение пиловочного сырья до его распиловки.

Червоточина, так же как и другие пороки, снижает качество древесины. Но червоточину, как и синеву, можно предупредить правильным хранением пиловочного сырья.

Кривизна сырья тоже существенный порок. Она оказывает большое влияние на выход качественной продукции. Размер кривизны в бревнах разной сортности ограничивается определенным процентом. Однако отход древесины из-за этого порока можно уменьшить за счет выработки более коротких круглых сортиментов.

Закономерности распространения основных пороков в сырье учитываются при составлении стандартов на пиловочное сырье, предназначенное для выработки пилопродукции разного назначения.

§ 5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

На лесопильные заводы поступает пиловочное сырье различных пород и разное по толщине, длине и сортности, в соответствии с действующими ГОСТами на круглые лесоматериалы.

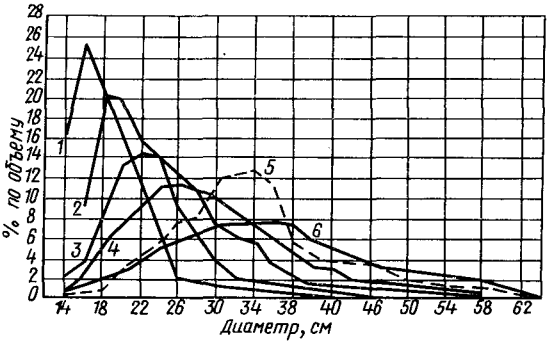


Рис. 5. Распределение бревен хвойных пород по диаметрам:
1 — на севере Европейской части СССР; *2* — в Карельской АССР; *3* — на средней Волге; *4* — на Урале; *5* — в Западной Сибири; *6* — в Восточной Сибири

Соотношения видов сырья обусловливаются составом эксплуатируемых лесосек, их состоянием и географическим местоположением. Анализ производства показывает, что соотношения бревен по толщине для каждого лесопромышленного района довольно устойчивы. На рис. 5 приведены графики распределения бревен хвойных пород по диаметрам. На графике по оси ординат указан процент распределения бревен, а по оси абсцисс — их диаметры. Сумма ординат каждой из приведенных кривых (см. рис. 5) составляет общую массу пиловочного сырья по отдельным лесопромышленным районам.

Количественные соотношения бревен по породам, размерам и сортам указываются в спецификациях. От размеров поступающего пиловочного сырья зависят: производственная мощность лесопильных предприятий, количество технических средств

на складах сырья и в цехах раскроя, экономические показатели работы предприятия и многое другое. Для определения общего объема сырья часто пользуются средними его размерами (диаметром, длиной и объемом). По среднему диаметру бревен может быть подсчитана производственная мощность предприятия, по их средней длине — необходимое количество элеваторов и транспортеров, по среднему объему — производительность погрузочно-разгрузочных механизмов. Среднюю длину и объем бревен определяют по следующим формулам:

$$L_{ср} = \frac{L_1 m_1 + L_2 m_2 + L_3 m_3 + \ldots + L_n m_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n}; \qquad (18)$$

$$q_{ср} = \frac{q_1 m_1 + q_2 m_2 + q_3 m_3 + \ldots + q_n m_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n}, \qquad (19)$$

где $L_{ср}$ — средняя длина бревен, м;

$L_1, L_2, L_3, \ldots, L_n$ — длина бревен различных групп, м;

$q_{ср}$ — средний объем бревен, м^3;

$q_1, q_2, q_3, \ldots, q_n$ — объем бревен различных групп, м^3;

$m_1, m_2, m_3, \ldots, m_n$ — число бревен в группах, шт.

Зная средний объем и среднюю длину бревен, можно определить их средний диаметр по таблицам объема. Например, при среднем объеме 0,28 м^3 и средней длине бревна 6 м по таблице средний диаметр будет соответствовать 22 см. Средний диаметр бревен можно вычислить, минуя расчеты средней длины и среднего объема. Его можно рассчитать как среднеквадратическую величину $d_{ср}$, диаметров по числу бревен:

$$d_{ср} = \sqrt{\frac{d_1^2 m_1 + d_2^2 m_2 + d_3^2 m_3 + \ldots + d_n^2 m_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n}}. \qquad (20)$$

На каждом бревне, предназначенном к отправке на завод, должны быть условные знаки (марки), указывающие сортимент, сорт и толщину (диаметр) бревна. Лесоматериалы маркируют после раскряжевки хлыстов. Правила маркировки определены ГОСТом. Марки обычно наносят на верхнем торце бревен отбойным молотком, долотом или несмываемой краской. Размер знаков по высоте 30—50 мм. Знаки сортиментов, которые указывают назначение круглых лесоматериалов приняты в виде отдельных букв. Например, буквой Л обозначаются бревна, предназначенные для лущения и строгания (сырье для фанерного производства), С — строительный лес; К — сырье для выработки целлюлозы и древесной массы.

Пиловочные бревна — наиболее массовый сортимент из всех круглых лесоматериалов. На такие бревна знак назначения не ставится. Знаки сортов наносят арабскими или римскими цифрами соответственно порядковому номеру сорта. Знаки диаметров бревен ставят одной арабской цифрой. Например, знак 4 может соответствовать диаметрам 14, 24, 34, 44 см и т. д.

Глава 3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

§ 1. ПОНЯТИЯ О ПРОЦЕССАХ РАСКРОЯ

Раскрой древесины осуществляется с помощью пильных станков. Работы, выполняемые отдельными станками, называются технологическими операциями, а совокупность всех операций — технологическим процессом. Конечная цель раскроя пиловочного сырья это получение заготовок определенных размеров и качества, предназначенных для изготовления конкретных изделий, сооружений или деталей для них (строительных деталей, мебели, тары, деталей машин, музыкальных инструментов и т. п.). Одну и ту же конечную продукцию можно вырабатывать по разным технологическим процессам, при различном составе и последовательности операций и применяемого оборудования. В одних процессах пиловочное сырье распиливают вначале на толщину, заданную в пиленой продукции, затем на ширину и длину, в других — сначала на ширину, затем на толщину и длину. Есть процессы, в которых продукция формируется последовательно по длине, толщине и ширине.

Выбор и обоснование того или другого процесса распиловки сырья определяется экономическими показателями. Главнейшие из них — это выход конечной продукции и затраты труда на его изготовление.

Под выходом пиленой продукции следует понимать отношение объема полученной продукции к объему затраченного на нее сырья:

$$K = \frac{V_п}{V_с} \text{ или } P = \frac{V_п 100}{V_с}, \qquad (21)$$

где K — коэффициент выхода готовой продукции из перерабатываемого сырья;

P — процент выхода пилопродукции от перерабатываемого сырья;

$V_п$ — объем продукции, получаемой из сырья;

$V_с$ — объем сырья, затраченного на выработку данной продукции.

В себестоимости пиленой продукции затраты на сырье составляют 70—80% от всех затрат на ее выработку. Это подчеркивает особое значение показателя экономного использования сырья.

Снижение расхода сырья на 1% равноценно увеличению производительности труда на 2,5—5%.

Показатель использования сырья можно определять как по всему процессу, так и по стадиям в отдельности. Под стадиями процесса следует понимать части единого технологического про-

цесса — от заготовки сырья до выработки конечной продукции и поставки ее потребителям. К таким стадиям, например, можно отнести процесс заготовки сырья, процесс раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы, процесс сушки пиломатериалов, процесс раскроя пиломатериалов на заготовки и т. д.

Высокие показатели рационального использования сырья имеют важное значение как для всего процесса, так и для отдельных его стадий.

Показатель использования сырья по всему процессу может быть установлен не только, как отношение объема конечной продукции к объему сырья, затраченного в первой стадии [формула (21)], но и как произведение коэффициентов по стадиям процесса:

$$K_{\text{проц}} = K_1 K_2 K_3 \ldots . K_n, \qquad (22)$$

где $K_{\text{проц}}$ — коэффициент использования первичного сырья по процессу в целом (интегральный коэффициент);

K_1, K_2, K_3, K_n — коэффициенты использования сырья по стадиям процесса.

Наиболее важное значение имеет коэффициент использования сырья по процессу в целом: чем больше этот коэффициент, тем ниже себестоимость конечной продукции. Высокие показатели использования сырья по отдельным стадиям процесса не всегда обеспечивают получение должного показателя по процессу в целом. Во многих случаях бывает выгоднее получить меньший показатель на одной из стадий с тем, чтобы достигнуть более высоких показателей на следующих стадиях и по процессу в целом. Примером этого может служить показатель на стадии использования хлыстов. В отдельных случаях высокий выход пиловочного сырья на этой стадии может привести к снижению выхода конечной продукции. Так, например, некоторые пиломатериалы хвойных пород черноморской сортировки (ГОСТ 9302—59) вырабатываются только длиной 4 м. Это приводит сначала к уменьшению выхода пиловочника на стадии раскроя хлыстов, зато потом к увеличению выхода пиломатериалов и к улучшению показателя использования сырья по процессу в целом.

При выработке большей части пиломатериалов длина обычно не нормируется. И все же могут возникнуть специфические требования к размерам и качеству сырья, необходимого для выработки конечной продукции. Такая же связь существует между стадиями выработки пиломатериалов и заготовок. Для выработки длинномерных заготовок из досок поперечных сечений более выгодно использовать обрезные, а для короткомерных щитового типа — необрезные пиломатериалы.

Для получения высокого интегрального показателя использования сырья все стадии изготовления продукции следует рассматривать как части единого процесса. Это необходимо даже в тех случаях, когда отдельные стадии выполняются на разных предприятиях. В этом случае принцип единства процесса обеспечивается техническими требованиями на материалы и сырье, которые поставляют другие предприятия.

В курсе «Технология пиломатериалов» рассматриваются лишь процессы раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы и пиломатериалов на заготовки. Раскрой хлыстов на пиловочное сырье здесь не рассматривается, так как хлысты относятся к лесозаготовительной промышленности. В этом случае единство процессов обеспечивается через требования к пиловочному сырью, которое необходимо для выработки пиломатериалов.

§ 2. СПОСОБЫ РАСКРОЯ И ПОНЯТИЕ О ПОСТАВАХ НА РАСПИЛОВКУ БРЕВЕН

Способы раскроя бревен обусловливаются размером и качеством заданной продукции, а также техническими требованиями к ней. Важнейший из них это ориентация пластей продукции

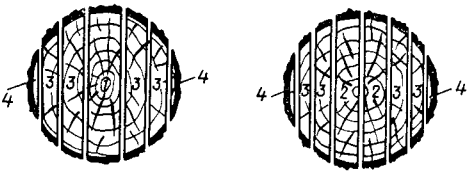


Рис. 6. Схемы развального способа раскроя бревен:
1 — сердцовая доска; *2* — центральные доски; *3* — боковые доски; *4* — горбыли

относительно годичных слоев древесины. По данному требованию, конечная продукция делится на радиальную, тангенциальную и смешанную. Для выработки пилопродукции, в которой допускается смешанная ориентация пластей относительно годичных слоев древесины, широко используются развальный и брусово-развальный способы, а для получения продукции радиальной и тангенциальной ориентации — секторный, развально-сегментный и брусово-сегментный способы распиловки бревен.

Развальный способ раскроя (рис. 6.) применяется для деления бревен параллельно их продольной оси на пиломатериалы равные или кратные толщине тех заготовок, для выработки которых они предназначаются. При распиловке бревен по данному способу получают необрезные пиломатериалы с различной ориентацией пластей относительно годичных слоев.

Брусовый (брусово-развальный) способ раскроя (рис. 7) применяется при делении бревен параллельно их продольной оси на необрезные доски и брус, который по высоте равен ширине досок. В следующей операции брусья раскраивают на доски

заданной толщины. В результате раскроя брусьев в пределах их пропиленных поверхностей получаются обрезные доски с поперечными сечениями равными или кратными поперечным сечениям заготовок. Необрезные доски можно перерабатывать в обрезные или передавать их в следующую стадию процесса в необрезном виде, где из них непосредственно будут выработаны заготовки. Из боковой зоны брусьев получают полуобрезные доски с пропиленными кромками в комлевом и не пропиленными в вершинном конце. Дальнейшая их переработка осуществляется по аналогии с необрезными досками развальным способом. По по-

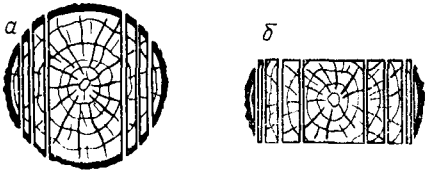


Рис. 7. Схема брусового (брусово-развального) способа раскроя бревен: *а* — первый проход; *б* — второй проход

ложению пластей относительно продольной оси бревен различают сердцевинные, центральные и боковые доски. Сердцевинными называются доски, включающие сердцевину. Их пласти расположены симметрично относительно продольной оси бревен. Центральными принято называть те доски, у которых одна пласть проходит вдоль продольной оси бревна, а другая параллельно ей, на расстоянии равном ее толщине. Боковыми называют все остальные доски.

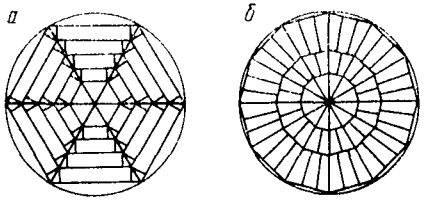


Рис. 8. Схема секторного способа раскроя бревен на пиломатериалы: *а* — тангенциальные; *б* — радиальные

У досок различают внутренние и наружные пласти. Внутренними называют пласти, расположенные ближе, а наружными те, что дальше от продольной оси бревен. У необрезных досок внутренняя пласть шире внешней (см. рис. 6).

Для выработки пиломатериалов со смешанной ориентацией пластей применяют как развальный, так и брусово-развальный способы. Способ раскроя бревен выбирают по наибольшему выходу конечной продукции.

Для выработки радиальной и тангенциальной продукции раньше применяли секторный способ раскроя сырья, при котором бревна делили пропилами по радиусам на сектора, а последние — на радиальную или тангенциальную пилопродукцию (рис. 8). Для получения радиальной продукции секторы иногда

распиливают на пиломатериалы пропилами, близкими к радиусам, а для производства тангенциальной продукции распил ведут по касательной к годичным слоям.

Секторный способ раскоря бревен, позволяет вырабатывать пиленую продукцию со строгой ориентацией их пластей относительно годичных слоев древесины. Однако этот способ раскроя характеризуется большими отходами древесины и трудоемкостью процесса. Во избежание этого в настоящее время для выработки радиальной продукции применяют преимущественно развально-сегментный, а для получения тангенциальной продук-

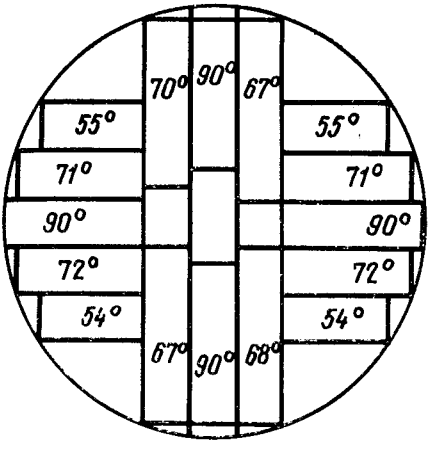


Рис. 9. Схема развально-сегментного способа раскроя бревен на радиальные пиломатериалы

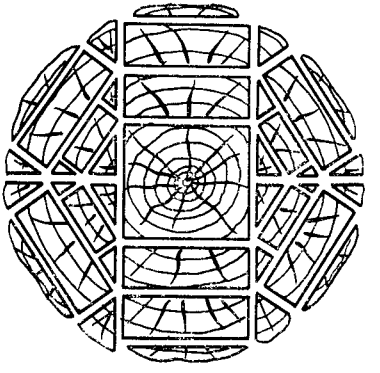


Рис. 10. Схема брусово-сегментного раскроя бревен на тангенциальные пиломатериалы

ции брусово-развальный способы. Эти способы характеризуются меньшей трудоемкостью и дают меньше отходов.

Развально-сегментным способом вырабатывают преимущественно радиальную и полурадиальную продукцию. Достигается это путем раскроя бревен в центральной зоне на необрезные доски определенной толщины, а в боковой зоне — на сегменты, которые в следующей операции раскраиваются на радиальные и полурадиальные доски заданной толщины с одной обрезной кромкой (рис. 9).

По брусово-сегментному способу вырабатывают преимущественно тангенциальную продукцию. Осуществляют это путем раскроя бревен на брус и сегменты, которые в следующих операциях раскраиваются на доски определенной толщины по касательной к годичным слоям или близко к ней (рис. 10). В практике встречаются модификации перечисленных выше способов раскроя, что обусловливается техническими требованиями к вырабатываемой продукции или наличием оборудования, исполь-

зуемого для раскроя. Во всех модификациях легко просматриваются основные способы раскроя.

Выбор способа раскроя бревен является определяющим для выработки пиломатериалов с необходимой ориентацией пластей относительно годичных слоев. В соответствии с выбранным способом составляют постава на раскрой бревен для получения пиломатериалов требуемых размеров и качества.

Первоначально термин «постав» относился к порядку установки пил в пильной раме лесопильной рамы, на которой вырабатываются пиломатериалы заданной толщины развальным способом. Для распиловки бревен на пиломатериалы брусоворазвальным способом необходимо составлять два постава: первый — на распиловку бревна на брус и боковые необрезные доски, называемый первым проходом, и второй — на распиловку бруса на пиломатериал требуемой толщины, называемый вторым проходом. Таким образом под поставом при распиловке бревен на лесопильных рамах понимается набор пил, межпильных и зажимных прокладок, устанавливаемых в пильную рамку, для получения пиломатериалов заданной толщины.

Такой постав определяется цифровым рядом, который показывает толщину вырабатываемых пиломатериалов:

$$\frac{d = 20\text{ см},\ L = 6\text{ м}}{19 - 19 - 25 - 32 - 25 - 19 - 19\text{ мм}}.$$

В приведенном выражении представлен постав на распиловку бревен, диаметр которых 20 см, длина 6 м. Под чертой указана номинальная толщина необрезных досок в миллиметрах. Такие доски надлежит получить при распиловке бревен развальным способом раскроя. Если бревна предстоит распиливать брусоразвальным способом, то постав записывают двумя цифровыми рядами:

$$\frac{d = 24\text{ см},\ L = 6\text{ м}}{\begin{array}{c}19 - 19 - 150 - 19 - 19\text{ (первый проход)}\\ 19 - 32 - 40 - 40 - 32 - 19\text{ (второй проход)}\end{array}}.$$

При раскрое бревен на однопильных (ленточно- и круглопильных) станках термин постав принял другое смысловое значение и указывает на порядок раскроя. Поэтому постав — это план-схема раскроя однородных по размеру и качеству древесины бревен на пиленую продукцию заданных размеров и качества. От правильного составления поставов зависит возможность выработки пилопродукции заданных размеров и качества, и степень рационального использования пиловочного сырья. В связи с этим возникла небходимость при составлении поставов указывать основные характеристики вырабатываемой из них продукции: размеры по толщине, ширине и длине, объем и процент выхода досок каждого размера и всех досок в целом, распределе-

ние досок по сортам. Имея эти показатели, можно оценить рациональность раскроя бревен.

В отдельных случаях постав составляют в виде чертежа. В технологии пиломатериалов составлению рациональных поставов придается особо важное значение. При раскрое бревен на пиломатериалы, а последних на заготовки неизбежны потери и отходы. К потерям относятся припуски на усушку пиломатериалов, а к отходам — опилки, рейки, горбыли, торцовые срезки и разнообразные вырезки древесины. Отходы древесины при разных способах раскроя неодинаковы, и по происхождению их можно разделить на группы, которые обусловливаются оборудованием, используемым для раскроя бревен, способами раскроя и поставами на распиловку бревен, а также качеством бревен и вырабатываемых пиломатериалов.

К отходам, которые обусловливаются используемым оборудованием для раскроя бревен, относятся опилки. Объем древесины, переходящей в опилки, зависит от толщины пил: чем тоньше пила, тем меньше отходов древесины в опилки.

К отходам, обусловливаемым формой бревен, относятся горбыли, торцовые срезки, рейки. Отходы этой группы зависят от способа раскроя бревен и рациональности поставов на выработку пиломатериалов.

К отходам, обусловленным качеством древесины, относятся разнообразные вырезки с пороками и дефектами в древесине, которые не допускаются техническими условиями на вырабатываемые пиломатериалы. Величина этих отходов в значительной степени зависит от поставов, составляемых на распиловку каждой размерно-качественной группы бревен. Раньше отходы от раскроя пиловочного сырья использовали в лучшем случае на топливо, но чаще всего их вывозили в отвалы и сжигали или они просто перегнивали. Теперь такие отходы используют как вторичное сырье для производства целлюлозы, древесно-стружечных и волокнистых плит, арболита, спирта, кормовых дрожжей и продуктов химической переработки. Поэтому при распиловке бревен возникла проблема получения таких отходов, которые могли бы использоваться как вторичное сырье для выработки определенных продуктов. В связи с этим появилось оборудование для раскроя бревен, на котором можно вместо опилок получать стружку, вместо реек и горбылей — щепу, пригодную для выработки целлюлозы, т. п.

§ 3. ПРЕДМЕТ ТЕОРИИ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Предмет теории раскроя бревен — это способы выработки пилопродукции заданных размеров и качеств при минимальных потерях и отходах древесины. В формировании теории раскроя бревен на пилопродукцию заданных размеров и качества можно выделить следующие этапы:

этап раскроя бревен (без учета их качества) на обрезные пиломатериалы максимальных поперечных сечений;

этап раскроя бревен (без учета их качества) на обрезные пиломатериалы оптимальных размеров;

этап раскроя бревен на пилопродукцию заданных размеров и качества.

Теория раскроя бревен, разработанная на первом и втором этапах, вошла в специальную литературу под общим названием «теории максимальных поставов» или «теории выработки обрезных пиломатериалов оптимальных размеров»; между ними имеются существенные различия. Каждый из этих этапов развития

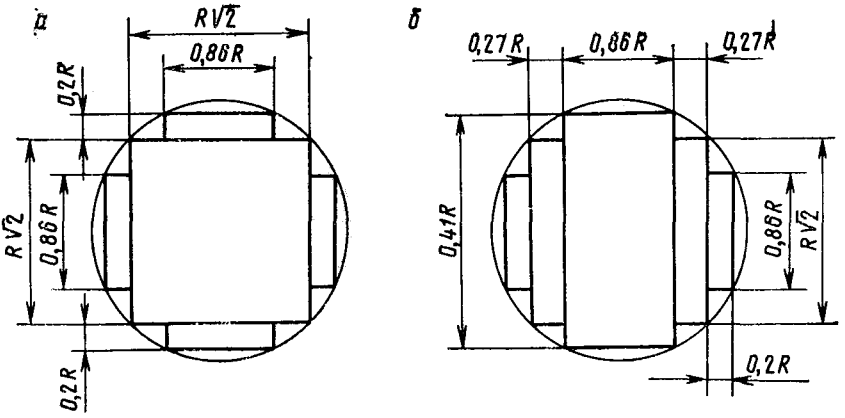


Рис. 11. Основные постава Х. Л. Фельдмана:
а — брусовый; *б* — развальный

теории раскроя бревен опирался на предшествующие разработки, сохраняя все ценное из них и дополняя новые решения.

Теория раскроя бревен на обрезные пиломатериалы с максимальным поперечным сечением была разработана Х. Л. Фельдманом [64]. Фельдман поставил перед собой задачу определить толщину и ширину обрезных досок с максимальными поперечными сечениями, которые можно вписать в поперечное сечение бревна в вершинном торце (рис. 11, *а*). В результате математического решения этой задачи ученый пришел к выводу, что из многих вписанных в круг прямоугольников наибольшая площадь будет соответствовать вписанному в него квадрату со сторонами $R\sqrt{2}$, а наибольшая площадь прямоугольников, вписанных в сегменты, прилегающие к сторонам квадрата, будет соответствовать обрезным пиломатериалам толщиной $0{,}2R$ и шириной $0{,}86R$. Таким образом, постав на распиловку бревен по брусовому способу на обрезные доски максимальных объемов в обоих проходах должен иметь следующий вид:

$$0{,}2R — R\sqrt{2} — 0{,}2R. \qquad (23)$$

Постав, который охватывает 0,9 вершинного диаметра бревна, Х. Л. Фельдман назвал основным.

Использование поперечного сечения вершинного торца бревен по этому поставу Х. Л. Фельдман определял по геометрическому выходу, т. е. по сумме поперечных сечений досок, включающих припуски на усушку и на пропилы, ΣF:

$$\Sigma F = (0{,}2R0{,}86R)\,4 + (R\sqrt{2})^2 = 2{,}69\,R^2 \qquad (24)$$

$$P = \frac{2{,}69R^2 100}{\pi R^2} = 85{,}7\%.$$

Основной брусовый постав Х. Л. Фельдмана позволяет вырабатывать из бревен квадратные брусья и боковые доски с максимальными поперечными сечениями, но этот постав ограничивает выработку пиломатериалов других размеров. Учитывая это, Х. Л. Фельдман, в целях расширения диапазона размеров обрезных досок, требуемых потребителями, преобразует его в равновеликий по геометрическому выходу развальный постав (см. рис. 11, *б*):

$$0{,}2R — 0{,}27R — 0{,}86R — 0{,}27R — 0{,}2R. \qquad (25)$$

В развальном поставе, равновеликом по геометрическому выходу брусовому, возникло отступление от поставленной ранее задачи — определения в поставах размеров досок максимального объема. В связи с этим возникла необходимость исследования влияния на геометрический выход выработки обрезных пиломатериалов еще меньших толщин. В результате этого исследования Х. Л. Фельдман пришел к выводу, что с увеличением числа досок в поставе геометрический выход приближается к площади круга и не может быть принят для разработки других поставов, равновеликих с основным брусовым. Поэтому за окончательный критерий составления поставов равновеликих или близких к основному брусовому поставу Х. Л. Фельдман принял «полезное использование» поперечного сечения вершинного торца бревен, равное геометрическому выходу, за вычетом из него площадей, ушедших в припуски на усушку и пропилы. Основываясь на этом показателе, Х. Л. Фельдман разработал для распиловки бревен разных диаметров систему брусовых и развальных поставов, которые обеспечивают выход обрезных пиломатериалов равный или близкий к основному брусовому поставу. Таким образом, теория раскроя бревен на пиломатериалы, сформировавшаяся на первом этапе, решила частные задачи раскроя на обрезные пиломатериалы максимальных поперечных сечений; из них лишь некоторые используются в практике. Это и положило начало разработке системы поставов, обеспечивающих получение максимального объемного выхода обрезных пиломатериалов.

Дальнейшее решение задачи выработки обрезных пиломатериалов с максимальным объемным их выходом было продол-

жено и сформулировано на втором этапе развития теории. Эту задачу решали разными методами Д. Ф. Шапиро [67], Г. Г. Титков [57, 58], М. Н. Гутерман [15], В. А. Залгаллер [22], Н. А. Батин [7] и др. Несмотря на различие в методах конечные результаты решения у всех авторов практически однозначны или близки один к другому. Во всех этих решениях искомыми были количество и размеры обрезных досок по толщине, ширине и длине, которые необходимо включать в постава при распиловке бревен развальным способом.

За критерий рациональности поставов в этой теории принимается процент полезного выхода обрезных пиломатериалов номинальных размеров. Все потери и отходы, возникающие в процессах раскроя бревен, считаются зависящими от поставов. Качество бревен и вырабатываемых из них пиломатериалов не учитывается.

Из трех размеров обрезных досок (толщины, ширины и длины), вырабатываемых развальным способом, наиболее важное и решающее значение для получения абсолютно максимального их выхода приобретает определение оптимальных толщин досок, включаемых в постава на различном расстоянии от центра торца бревен. От данных толщин и расстояния зависит расход сырья на выработку каждой отдельной доски, а также всех обрезных досок, включенных в постав, с учетом их оптимальной длины и ширины.

Г. Г. Титков определял оптимальные толщины по коэффициенту использования сырья на выработку каждой обрезной доски развальным способом:

$$K = \frac{V_o}{V_c}, \tag{26}$$

где K — коэффициент использования сырья, затраченного на выработку обрезной доски;

V_o — объем обрезной доски номинальных размеров;

V_c — объем сырья, затраченного на выработку обрезной доски номинальных размеров.

Степень использования сырья на выработку обрезных досок без существенных погрешностей можно характеризовать коэффициентом использования площадей поперечного сечения сырья, затраченного на выработку обрезных досок:

$$K = \frac{F_o}{F_c}, \tag{27}$$

где F_o — поперечное сечение образной доски номинальных размеров;

F_c — площадь части поперечного сечения бревна, израсходованного на получение обрезной доски.

На рис. 12 представлена схема определения коэффициентов использования площадей поперечного сечения обрезной доски

номинальных размеров, вписанной в вершинный торец бревна на расстоянии a от центра торца бревна, и площади части поперечного сечения торца бревна, расходуемого на ее выработку.

Поперечное сечение обрезной доски номинальных размеров представлено прямоугольником $abcd$, а поперечное сечение сырья, расходуемого на ее выработку,— площадью $ABCD$. Линии AD и BC проходят по оси пропилов. В площадь $ABCD$ входит площадь поперечного сечения обрезной доски номинальных размеров вместе с припусками на усушку, площади поперечного сечения пропилов и площади поперечных сечений реек.

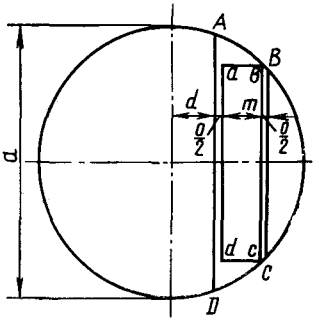


Рис. 12. Схема определения коэффициентов использования сырья при выработке по развальному способу обрезных досок (по Г. Г. Титкову)

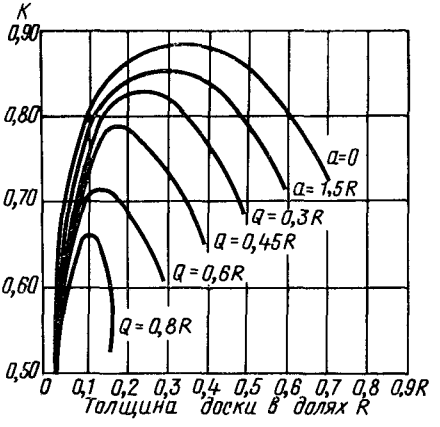


Рис. 13. Кривые изменения коэффициентов использования сырья при выработке обрезных досок (по Г. Г. Титкову)

Для выявления K по формуле (27) необходимо определить площади F_o и F_c:

$$F_o = mb = 2m\sqrt{r^2 - \left(a + \frac{e}{2} + m\right)^2}, \qquad (28)$$

где m — толщина обрезной доски номинальных размеров;
b — ширина обрезной доски номинальных размеров;
r — радиус вершинного торца бревна;
a — расстояние от центра торца бревна до оси пропила;
e — ширина пропила.

$$F_c = 2\int_a^{a+m+e} \sqrt{R^2 - x^2}\, dx =$$

$$= 2\left(\frac{x}{2}\sqrt{R^2 - x^2} + \frac{R^2}{2}\arcsin\frac{x}{2}\right)\Bigg|_a^{a+m+e}. \qquad (29)$$

В зависимости от местоположения в развальном поставе доски могут быть боковыми, центральными и сердцевинными. Значения $x=a$ для них будут разными. Для боковых досок $a>0$, для центральных (пренебрегая половиной ширины пропила) $a=0$, для сердцевинных досок

$$a=\frac{m+e}{2}.$$

Пользуясь формулой (29) и подставляя в нее значения F_o и F_c, Г. Г. Титков нашел значения K для разных толщин досок. Кривые K изменяются в зависимости от изменения толщины обрезных досок и расстояний их внутренних пластей от центра торца бревна. На рис. 13 приведены семейство таких кривых. Верхняя кривая показывает изменения значений K с увеличением толщины центральной доски, у которой расстояние до внутренней пласти $a=0$. Все другие кривые значений K приведены для боковых досок, внутренние пласти которых находятся на расстоянии $a=0{,}15$, 0,2, 0,32 R и т. д.

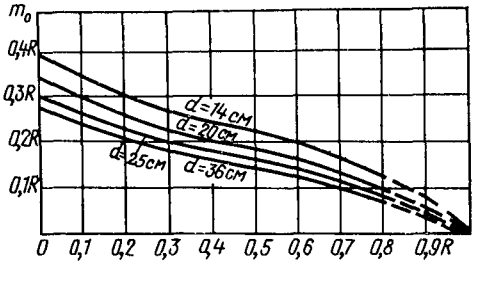


Рис. 14. График оптимальных толщин обрезных досок (по Г. Г. Титкову)

Кривые изменения значений K показывают, что их величина в сильной степени зависит от толщины досок. Они оказываются очень низкими при выработке тонких досок и заметно растут с увеличением толщины, достигая абсолютного максимума при некоторой, вполне определенной толщине, названной оптимальной, а при дальнейшем увеличении толщины они снова снижаются.

Низкие значения коэффициентов при выработке тонких досок обусловливаются большими отходами древесины в опилки, при малых отходах — в рейку, а при выработке толстых досок, наоборот, большими отходами в рейку при существенном снижении отходов в опилки. В небольшой степени на величину коэффициента оказывает влияние неодинаковый процент усушки для толстых и тонких досок.

Для получения поставов с абсолютно максимальным выходом Г. Г. Титков составил графики оптимальных толщин обрезных досок. На этих графиках даны кривые оптимальных толщин обрезных досок для бревен диаметром 14; 20; 25 и 36 см. График составляется на основе переноса оптимальных толщин из рис. 13. На рис. 14 в координатной системе по оси абсцисс приведены расстояния до внутренней пласти досок, а по оси ординат — значения оптимальных толщин досок в долях вершинного радиуса

торца бревна. После перенесения точек значений оптимальных толщин из семейства кривых, приведенных на рис. 13, и их соединения получаются кривые оптимальных толщин.

Абсолютно максимальные постава по этому графику составляются от центра торца бревен к периферии. Осуществляется это путем последовательного нахождения значения оптимальных толщин обрезных досок в зависимости от расстояний их внутренних пластей от центра торца бревен. Составленные в этой последовательности постава будут включать определенное количество досок оптимальных размеров и отвечать требованиям получения по ним абсолютно максимального выхода обрезных пиломатериалов. Значения оптимальных толщин досок, получаемых этим методом, в сильной степени зависят от толщин пропилов: с их уменьшением уменьшаются и оптимальные толщины обрезных досок, а с увеличением — они увеличиваются.

Абсолютно максимальный выход обрезных пиломатериалов при распиловке бревен длиной 6,5 м развальным способом при ширине пропила 3,2 мм приводится в табл. 3, причем, в этой таблице приведены показатели возможного абсолютно максимального выхода обрезных досок оптимальных размеров из идеальных бревен, которые имеют форму усеченного параболоида вращения и длину 6,5 м.

Таблица 3

Расчетный абсолютно максимальный выход обрезных досок оптимальных размеров при развальном способе раскроя [67]

Диаметр бревна, см	Выход обрезных пиломатериалов, %	Диаметр бревна, см	Выход обрезных пиломатериалов, %	Диаметр бревна, см	Выход обрезных пиломатериалов, %
14	53,1	24	59,4	34	61,9
16	54,8	26	60,0	36	62,3
18	56,4	28	60,6	38	62,7
20	57,6	30	61,1	40	63,1
22	58,5	32	61,5	42	63,5
				44	63,9

С уменьшением длины бревен абсолютно максимальный выход обрезных досок будет повышаться, а с увеличением длины — снижаться. Распиловка бревен реальных форм (с кривизной и другими отклонениями от усеченного параболоида вращения) будет также приводить к снижению выхода обрезных досок. Отступление от оптимальных толщин досок неизбежно приводит к снижению их выхода. По данным Д. Ф. Шапиро, при диаметре бревен 14—16, 18—30 и 32—36 см абсолютно максимальный выход будет соответствовать 6, 8 и 10 обрезным доскам.

Получаемые по абсолютно максимальным поставам обрезные пиломатериалы по своим размерам могут не соответствовать размерам продукции, которую требует заказчик. Для выработки

продукции конкретных размеров теория максимальных поставов допускает в них отклонения в большую или меньшую сторону от оптимальных толщин. Такие постава называются *относительно максимальными.*

Пиломатериалы определенных размеров можно вырабатывать брусово-развальным способом. При этом способе распиловки понятие оптимальных толщин в пределах пласти бруса теряет свое значение, так как здесь могут быть потери только на усушку и отходы в опилки. Эти потери древесины уменьшаются с увеличением толщины досок. Поэтому абсолютно максимальный выход из двухканатного бруса будет получаться при выработке четырехканатных брусьев максимально возможных размеров, так как в этом случае потери древесины на усушку и отходы в опилки будут самыми низкими.

Таким образом, теория раскроя бревен, сформировавшаяся на втором этапе ее развития, установила возможный предел выхода обрезных пиломатериалов при развальном способе раскроя бревен, который имеет существенное значение и в настоящее время. Однако выработка пиломатериалов оптимальных толщин развальным способом противоречит требованиям народного хозяйства по выработке пиломатериалов заданных размеров и не может быть реализована.

Теория раскроя бревен на обрезные пиломатериалы оптимальных размеров решала частные задачи раскроя бревен, относящиеся только к развальному способу. Однако в теории раскроя не были затронуты проблемы, связанные с выработкой пиломатериалов заданных размеров и их качества. Решение этой задачи было поставлено на третьем этапе развития теории раскроя. Для этого было использовано все ценное, что было получено на первых этапах ее формирования, и развито применительно к условиям выработки пиломатериалов заданных размеров и качества. Начало теории раскроя бревен на пилопродукцию заданных размеров и качества было положено в предыдущих работах автора [1, 2]. В основу формирования теории раскроя на этом этапе был положен принцип безусловности выработки пиломатериалов и пилопродукции требуемых размеров и качества, который является законом не только при выработке пиленой продукции, но и для всех предприятий народного хозяйства независимо от того, какую продукцию они выпускают. Основы этой теории излагаются ниже.

§ 4. ПОТЕРИ И ОТХОДЫ ДРЕВЕСИНЫ, ЗАВИСЯЩИЕ И НЕЗАВИСЯЩИЕ ОТ ПОСТАВОВ, И КРИТЕРИЙ ИХ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ

В теории максимальных поставов искомыми были оптимальные размеры обрезных досок, включаемых в постава. При решении этой задачи правомерным было считать то, что все

потери и отходы древесины зависят от поставов. При переходе к выработке пиломатериалов заданных размеров и качества одни потери и отходы древесины оказываются зависящими, а другие вовсе не зависят от поставов. В данном случае не зависящими от поставов будут потери на усушку и отходы в опилки, а зависящими — все остальные отходы древесины.

Припуски на усушку даются по толщине и ширине пиломатериалов. Величина припусков обусловливается природными свойствами древесины изменять свой размер при изменении влажности. Величины припусков на усушку стандартизированы и имеют постоянное значение для каждого размера пилопродукции. Поэтому при выработке продукции заданных размеров независимо от того, из каких бревен и по каким поставам она выработана, потери на усушку будут иметь постоянное значение и не могут быть уменьшены за счет составления рациональных поставов. Потери древесины на усушку могут быть уменьшены и даже устранены только влиянием на природные свойства древесины и недопущением изменения ее размеров с уменьшением влажности.

Объем потерь древесины на усушку при выработке пиломатериалов заданных размеров может быть определен на основе спецификации пилопродукции заданной к выработке:

$$Q_{\text{у}} = [\,(m + \text{у}_m)\,(b + \text{у}_b)\,l - (mbl)\,]\,n, \qquad (30)$$

где $Q_{\text{у}}$ — потери древесины в припусках на усушку;

m — заданная номинальная толщина пиломатериалов;

у_m — припуск на усушку по толщине пиломатериалов;

b — заданная номинальная ширина пиломатериалов;

у_b — припуск на усушку по ширине пиломатериалов;

l — длина пиломатериалов;

n — количество пиломатериалов данного размера.

Аналогичным образом может быть определен объем отходов древесины в опилки, который возможен при выработке пиломатериалов заданных размеров. Отходы в опилки характерны для технологии деления древесины пилами и обусловливаются используемой техникой для ее раскроя. В отходах древесины в опилки можно выделить две группы: группу опилок, прилегающих к пропиленным поверхностям вырабатываемых досок, и группу опилок, прилегающих к пропиленным поверхностям кусковых отходов (горбылей и реек). Разделение опилок на две группы обусловливается тем, что в каждой плоскости деления древесины всегда образуются два элемента. Поэтому объем опилок, получающихся в каждом пропиле, нужно относить пропорционально площадям поверхностей, которые образуются при делении древесины. Тогда в первую группу войдут опилки, отнесенные к поверхностям вырабатываемых пиломатериалов, а во вторую опилки, отнесенные к пропиленным поверхностям горбылей и реек. Первая группа опилок зависит от размеров

пиломатериалов, заданных к выработке. При известной ширине пропила объем древесины, переходящий в опилки этой группы, может быть подсчитан заранее, независимо от поставов, по которым будут вырабатываться пиломатериалы.

Вторую группу опилок можно рассматривать вместе с кусковыми отходами, зависящими от поставов и изыскивать пути их совместного уменьшения. Удельная масса этой группы опилок составляет примерно 15—20% от всего их объема, полученного при распиловке бревен. Объем отходов в опилки, зависящих от размеров заданных к выработке пиломатериалов, можно определить по формуле

$$Q_e = [(m + y_m + e_m)(b + y_b + e_b)(l + e_l)]n - \\ - [(m + y_m)(b + y_b)\, l]\, n, \qquad (31)$$

где Q_e — объем опилок, не зависящих от поставов, в плотной массе;

e_m, e_b, e_l — ширина пропила.

Объем отхода древесины в опилки можно снизить или совсем устранить за счет уменьшения толщины пропила или подбора способа деления древесины без образования опилок, но не за счет изыскания рациональных поставов.

По данным М. Хлыстова [68] и В. Ненарокова [42], в Японии вырабатывают большое количество досок толщиной около 5 мм и имеют сравнительно небольшие отходы древесины в опилки. Достигается это за счет применения тонких пил. На международной выставке в Москве «Лесдревмаш-74» фирма «Тюгоку Кикай» демонстрировала ленточнопильный станок с небольшой шириной пропила.

К отходам, зависящим от способов раскроя и поставов, относятся: отходы, обусловливаемые формой и качеством пиловочного сырья; горбыли, рейки от обрезки необрезных досок, некратные маломерные остатки, вырезки пороков, не допускаемых в пиленых деталях и заготовках, и отходы в опилки, отнесенные к пропиленным поверхностям кусковых отходов.

Количество отходов, зависящих от поставов, для одного и того же состава конечной пилопродукции при разных способах выработки может быть разным. Примером зависимости отходов от способов раскроя и поставов может быть изготовление пиленых деталей щитового типа для ящиков. Такие детали можно вырабатывать из обрезных досок, полученных из необрезных, или из зоны бруса, или путем непосредственного раскроя необрезных досок на детали. Количество отходов, зависящих от способов раскроя, во всех этих случаях будет различным. Поэтому в теории раскроя на пилопродукцию заданных размеров и качества придается особое значение вопросам уменьшения отходов.

При выработке пиленой продукции заданных размеров процент полезного выхода как критерий рациональности поставов

(принятый в теории максимальных поставов) оказывается недостаточным, так как он отражает совокупные результаты раскроя сырья, на которые влияют все потери и отходы древесины, в том числе и постоянные для заданного состава продукции и не зависящие от поставов.

Потери и отходы древесины, не зависящие от поставов, для данного состава пиленой продукции представляют постоянную величину, в то же время с изменением состава пилопродукции изменяются и они, становятся его функцией. При известных припусках на усушку и ширине пропила потери и отходы древесины, не зависящие от поставов, меняются с изменением размеров пиленой продукции. Их величину может характеризовать коэффициент расхода древесины на изготовление пиленой продукции, определяемой по формуле

$$K_{ey} = \left(\frac{m + y_m + e_m}{m}\right)\left(\frac{b + y_b + e_b}{b}\right)\left(\frac{l + e_l}{l}\right), \qquad (32)$$

где K_{ey} — коэффициент расхода древесины на выработку пилопродукции, который учитывает потери и отходы древесины, зависящей от размеров пилопродукции;

m, b, l — номинальные размеры пилопродукции по толщине, ширине и длине;

у и е — потери и отходы древесины на усушку и в опилки.

Коэффициент расхода древесины K_{ey} по формуле (33) может быть представлен в виде трех множителей:

$$K_{ey} = (K_m)(K_b)(K_l), \qquad (33)$$

где K_m, K_b и K_l — коэффициенты, которые характеризуют расход древесины на выработку пиленой продукции и зависят от ее размеров по толщине, ширине и длине, но не зависят от поставов.

Для доски толщиной 13, шириной 150 и длиной 3000 мм при стандартных припусках на усушку и ширине пропила в 3 мм этот коэффициент будет равен:

$$K_{ey} = 1{,}284 \cdot 1{,}052 \cdot 1{,}001 = 1{,}353.$$

Эти цифры показывают, что коэффициент расхода древесины, который учитывает потери и отходы, зависящие от длины пилопродукции, для деталей длиной 3 м и больше близок к единице и им можно пренебречь. Тогда коэффициент расхода древесины на выработку пиленой продукции, учитывающий потери и отходы, зависящие от размеров заготовок и не зависящие от поставов, можно определить как функцию ширины и толщины деталей:

$$K_{ey} = \left(\frac{m + y_m + e_m}{m}\right)\left(\frac{b + y_b + e_b}{b}\right). \qquad (34)$$

Когда выпускается необрезная пиленая продукция, то исключаются отходы в опилки, отнесенные к кромкам, и коэффициент определяется по формуле

$$K_{ey} = \left(\frac{m + y_m + e_m}{m}\right)\left(\frac{b + y_b}{b}\right). \qquad (35)$$

Представление о величине потерь и отходов древесины, которые зависят от размеров пиленой продукции и не зависят от поставов, могут дать следующие примеры: не зависящие от поставов потери и отходы при выработке 1000 м³ пиленой продукции с различным поперечным сечением будут иметь разную величину:

при	сечении	13×150	мм	отходы	составляют	. . . 352 м³,
»	»	25×150	»	»	»	. . . 229 »
»	»	50×150	»	»	»	. . . 157 »

Неизбежность при раскрое потерь и отходов, не зависящих от поставов, делает невозможной их оценку по проценту полезного выхода и создает предпосылки для выбора нерациональных поставов, в которых возможны большие потери и отходы древесины, зависящие только от поставов; такие отходы могут скрываться за малыми не зависящими от них потерями и отходами.

При выработке пилопродукции заданных размеров объективным критерием рациональности поставов, отражающим степень использования древесины с учетом только зависящих от поставов потерь, будет выход пиленой продукции вместе с не зависящими от них потерями и отходами. В дальнейшем этот выход будет называться теоретическим ($P_{теор}$)

$$P_{теор} = P_{фак} + P_{ey}, \qquad (36)$$

где $P_{фак}$ — процент выхода пиломатериалов номинальных размеров;

P_{ey} — процент потерь и отходов, не зависящих от поставов.

Теоретический выход является мерой измерения степени использования древесины при раскрое пиловочного сырья; с его помощью можно узнать потери и отходы древесины, зависящие от поставов. Он соответствует возможному выходу пиленой продукции по поставам при использовании методов деления древесины без опилок и без потерь в припуск на усушку.

Введение критерия оценки рациональности поставов по теоретическому выходу не исключает важности критерия использования древесины по фактическому выходу пилопродукции и преследует лишь цель оценки потерь и отходов древесины по причинам их образования с целью воздействия на них для уменьшения отходов и потерь. Отходы древесины, зависящие от поставов, могут быть определены как разница между объемом рас-

пиленного сырья и теоретическим выходом продукции. Процент их может быть найден по формуле

$$P_{\text{от. пост}} = 100 - P_{\text{теор}}, \qquad (37)$$

где $P_{\text{от. пост}}$ — отходы древесины, зависящие от поставов, %;
$P_{\text{теор}}$ — теоретический выход пилопродукции, %.

Потери и отходы древесины, не зависящие от поставов, в процентном выражении могут быть найдены по формуле

$$P_{\text{еу}} = P_{\text{теор}} - P_{\text{факт}},$$

где $P_{\text{еу}}$ — потери и отходы древесины, не зависящие от поставов, % от объема распиленного сырья;
$P_{\text{теор}}$ — теоретический выход пиленой продукции, % от объема распиленного сырья;
$P_{\text{фак}}$ — фактический выход пиленой продукции, % от объема сырья.

Все перечисленные потери и отходы оказывают сильное влияние на полезный выход пиленой продукции. Уменьшить это влияние можно различными путями: отходы древесины, зависящие от поставов, можно уменьшить только путем составления и применения рациональных поставов; отходы в опилки — путем использования тонких пил или применения более совершенной техники раскроя (без опилок); потери в припуски на усушку — путем изменения природных свойств древесины.

§ 5. ВЫРАБОТКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ РАЗВАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

РАЗМЕРЫ ШИРИНЫ И ДЛИНЫ НЕОБРЕЗНЫХ ДОСОК

В теории раскроя сырья на пиломатериалы форма бревен принимается за усеченный параболоид вращения, который, по данным проф. Н. П. Анучина [4], ближе всего характеризует форму их преобладающей массы. Парабола второго порядка выражается уравнением общего вида:

$$y^2 = C \cdot x.$$

Если принять, что $C = 2p$ и взять это за параметр параболы, тогда $y^2 = 2px$.

Из аналитической геометрии известно, что поверхность параболоида вращения с образующей $y^2 = 2px$ (рис. 15) выражается уравнением

$$2px = y^2 + z^2.$$

Сечение параболоида вращения плоскостями, параллельными координатной плоскости YOX, удаленными от нее на расстояние Z, будут давать также параболы, уравнение которых можно получить из формулы $2px = y^2 + Z^2$. Подставив в эту формулу Z_0 вместо Z, можно получить:

$$y^2 = 2px - z_0^2.$$

Из этого уравнения следует, что параметр остается постоянным для всех парабол, полученных путем сечения параболоида вращения плоскостями, параллельными координатной плоскости YOX. Параметр параболы $2p$ может быть выражен как функция размера бревен. Теперь следует обратиться к рис. 15, *а*, на котором в координатных осях показан параболоид вращения. Диаметр бревна в вершинном торце обозначен через d, в комлевом — через D, длина бревна — через L. В координатной системе

$$L = x_2 - x_1;\ d = 2y_1 \text{ и } D = 2y_2$$

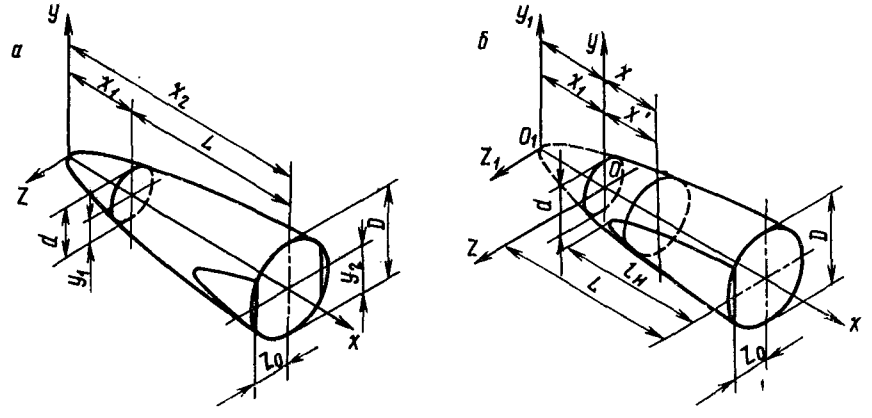


Рис. 15. Параболоиды вращения:
а — полный; *б* — усеченный

уравнение параболы, проходящей через плоскость YOX, при $Z_0 = 0$ будет следующим:

$$y^2 = 2px \text{ и } x = \frac{y^2}{2p}.$$

Из уравнения $x = \frac{y^2}{2p}$ следует, что

$$x_1 = \frac{y_1^2}{2p};\ x_2 = \frac{y_2^2}{2p}.$$

Если заменить y_1 и y_2 их значениями через d и D, то можно получить:

$$y_1 = \frac{d}{2} \text{ и } y_2 = \frac{D}{2}.$$

Подставив значения y_1 и y_2 в формулу, $x = \frac{y^2}{2p}$ можно получить

$$x_1 = \frac{y_1^2}{2p} = \frac{d^2}{4 \cdot 2p};\ x_2 = \frac{y_2^2}{2p} = \frac{D^2}{4 \cdot 2p}.$$

Соответственно с этим

$$L = x_2 - x_1 = \frac{D^2 - d^2}{4 \cdot 2p}$$

или

$$2pL = \frac{D^2 - d^2}{4}.$$

Откуда

$$2p = \frac{D^2 - d^2}{4 \cdot L}. \qquad (38)$$

Как известно, ширина пласти необрезной доски увеличивается от вершинного конца к комлевому. Для определения ширины пласти на любом расстоянии от вершинного торца бревна следует перенести начало координат в центр верхнего поперечного его сечения (см. рис. 15, *б*). В новой системе координат текущие координаты y и Z остаются без изменений, а координата x — изменяется.

Если по отношению к старому началу координат текущая координата была принята за x, то по отношению к новому началу координат $x' = x - x_1$ или $x = x' + x_1$.

Величина x_1 при $y = \frac{d}{2}$ будет равна

$$x_1 = \frac{d^2}{4 \cdot 2p}.$$

Подставив значение x_1 в формулу $x = x' + x_1$, можно получить:

$$x = x' + \frac{d^2}{4 \cdot 2p}.$$

После замены в уравнении $y^2 = 2px - Z^2$ значения x выражением $x' + \frac{d^2}{4 \cdot 2p}$ получают

$$y^2 = 2px' + \frac{d^2}{4} - z^2.$$

В это уравнение подставляют значение параметра параболы $2p$ из формулы (38), и тогда

$$y^2 = 2px' + \frac{d^2}{4} - z^2 = \frac{(D^2 - d^2)}{4L} x' + \frac{d^2}{4} - z^2.$$

С учетом того, что ширина пласти необрезной доски $b_н = 2y$, получают:

$$b_н = 2y = 2\sqrt{\frac{(D^2 - d^2)\,x'}{4L} + \frac{d^2}{4} - z^2}$$

или

$$b_н = \sqrt{\frac{(D^2 - d^2)}{L} x' + d^2 - 4z^2}.$$

В практике составления поставов расстояние пласти досок от центра торца бревна принято обозначать через a. Если учесть, что $Z=a$, то окончательно можно получить:

$$b_{\text{н}}=\sqrt{\frac{(D^2-d^2)x'}{L}+d^2-4a^2}. \tag{39}$$

Из формулы (39) частное значение ширины доски в вершинном конце бревна может быть определено при $x'=0$. В этом случае

$$b_{\text{н. в}}=\sqrt{d^2-4a^2}. \tag{40}$$

При $x'=L$ (длина бревна) ширина необрезной доски в комлевом конце получится равной

$$b_{\text{н. к}}=\sqrt{D^2-4a^2}. \tag{41}$$

Из формулы (39) можно найти длину необрезной доски. При $a=\frac{d}{2}$ длина необрезной доски $l_{\text{н}}$ (без укорачивания по длине) равна длине бревна L. При $a>\frac{d}{2}$ на расстоянии x' от вершинного торца бревна длина необрезной доски будет меньше длины бревна. Ширина пласти в вершинном конце доски равна нулю. Если принять, что $x'=L-l_{\text{н}}$ (при котором ширина доски равна нулю) и подставить в формулу (39), то после решения уравнения получится:

$$l_{\text{н}}=L\frac{D^2-4a^2}{D^2-d^2}. \tag{42}$$

ОПТИМАЛЬНАЯ ДЛИНА И ШИРИНА ОБРЕЗНЫХ ДОСОК ПРИ РАЗВАЛЬНОМ СПОСОБЕ РАСКРОЯ БРЕВЕН

Необрезные доски, полученные при раскрое бревен развальным способом, перерабатывают в обрезные путем их обрезки и укорачивания по длине или используют для выработки короткомерных заготовок. Здесь будет рассматриваться первый случай, когда из необрезных досок вырабатываются длинномерные обрезные доски.

Пласть каждой необрезной доски представляет собой полную или усеченную параболу, в которую могут быть вписаны разнообразные прямоугольники. В связи с этим возникает необходимость определения оптимальных размеров обрезных досок по ширине и длине, которые обеспечат максимальный выход обрезных досок из необрезных. Эта задача была решена Х. Л. Фельдманом.

На рис. 16 показана внешняя пласть необрезной доски, имеющей форму полной параболы с началом координат в вершине. В нее вписан прямоугольник $АВСД$ шириной b, длиной $l_{\text{п}}-h$.

где $l_п$ — высота параболы и h — расстояние от начала координат по оси x до места сечения параболы.

Из уравнения параболы и рисунка следует, что

$$y^2 = 2px \text{ или } \left(\frac{b}{2}\right)^2 = 2ph,$$

откуда

$$b = 2\sqrt{2ph}.$$

Площадь прямоугольника $ABCD$ равна

$$F = b(l_п - h) = 2\sqrt{2ph} \cdot (l_п - h).$$

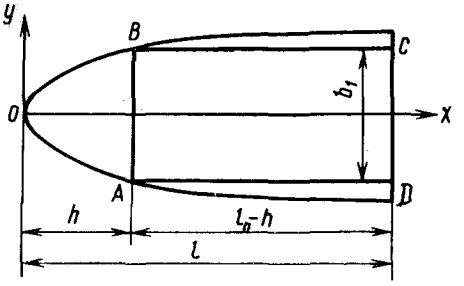


Рис. 16. Схема определения оптимальных размеров обрезных досок

Для определения максимума этой площади берут производную от F по h и приравнивают ее к нулю:

$$\frac{dF}{dh} = -2\sqrt{2ph} + (l_п - h)\frac{2p}{2\sqrt{2ph}} = \frac{2p}{\sqrt{2ph}} \cdot (l - h - 2h) =$$

$$= \frac{2p}{\sqrt{2ph}} \cdot (l - 3h) = 0,$$

откуда

$$l_п - 3h = 0.$$

Оптимальная длина обрезной доски l_0 принимает выражение

$$l_0 = l_п - h = l_п - \frac{l_п}{3} = \frac{2}{3} l_п. \qquad (43)$$

В формулу (43) надо подставить значение $l_п$ из формулы (42) и тогда можно получить:

$$l_0 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - 4a^2}{D^2 - d^2}. \qquad (44)$$

Зная оптимальную длину обрезной доски, подставляют ее значение в формулу ширины необрезной доски (39) и определяют оптимальную ширину обрезной доски

$$b_н = \sqrt{\frac{(D^2 - d^2)\,x'}{L} + d^2 - 4a^2}\,.$$

Подставляя вместо $x' = (L - l_о)$ и вместо $b_н = b_о$ можно получить:

$$b_о = \sqrt{\frac{(D^2 - d^2)(L - l_о)}{L} + d^2 - 4a^2}\,;$$

$$b_о^2 = \frac{(D^2 - d^2)\,L}{L} - (D^2 - d^2)\,\frac{2L\,(D^2 - 4a^2)}{3L\,(D^2 - d^2)} + d^2 - 4a^2 =$$

$$= \frac{D^2 + 8a^2 - 12a^2}{3} = \frac{D^2 - 4a^2}{3}\,;$$

$$b_о = \sqrt{\frac{D^2 - 4a^2}{3}} = \frac{b_к}{\sqrt{3}} = 0{,}577 b_{н.к}, \qquad (45)$$

где $b_{н.к}$ — ширина необрезной доски в комлевом торце.

Таким образом, необрезные доски следует обрезать на ширину 0,577 от ее ширины в комлевом конце или, округленно, на 0,6 ($b_{н.к}$).

ПИФАГОРИЧЕСКАЯ И ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ ЗОНЫ БРЕВЕН

При развальном способе раскроя бревен часть необрезных досок будет иметь ширину в вершинном конце равную 0,577 ($b_{н.к}$) или превышать ее. В связи с этим при переработке этих необрезных досок в обрезные их следует обрезать по ширине в вершинном конце. Длина этих досок будет соответствовать длине бревна L.

Границу зоны в вершинном торце бревна, в которой необрезные доски должны обрезаться по ширине в вершинном конце, можно определить по формуле

$$b_о = \frac{b_{н.к}}{\sqrt{3}}; \qquad b_о^2 = \frac{b_{н.к}^2}{3}; \qquad 3b_о^2 - b_{н.к}^2 = 0.$$

Если подставить значения $b_о$ и $b_{н.к}$ из формул (40) и (41), то можно получить

$$3b_о^2 - b_k^2 = 3\,(d^2 - A_{кр}^2) - (D^2 - A_{кр}^2) = 0;$$

$$3d^2 - 3A_{кр}^2 - D^2 + A_{кр}^2 = 0$$

$$3d^2 - D^2 = 2D_{кр}^2\,,$$

откуда

$$A_{к.р} = \sqrt{1{,}5d^2 - 0{,}5D^2}\,, \qquad (46)$$

где $A_{кр}$ — размеры зоны в вершинном торце бревна, в которой ширина обрезных досок равна ширине необрезных в вершинном конце по внешней пласти.

В теории максимальных поставов эта зона называется пифагорической, а зона прилегающая к ней — параболической. Пифагорическая и параболическая зоны не идентичны с цилиндрической и сбеговой зонами, принятыми в лесной таксации.

В пифагорической зоне, определяемой значением критического расстояния между симметричными пропилами, как показано на рис. 17, все необрезные доски должны быть обрезаны по ширине в вершинном конце.

В параболической зоне, за границей $A_{кр}$, все необрезные доски для получения максимального выхода обрезных досок должны быть укорочены на оптимальную длину и обрезаны на оптимальную ширину. Укорачивание необрезных досок при получении из них обрезных досок оптимальной длины и ширины в большой степени зависит от соотношения вершинного и комлевого диаметров бревен. Для того чтобы определить, при каких соотношениях потребуется укорачивание всех необрезных досок, необходимо $A_{кр}$ приравнять к нулю. Тогда формула (46) примет вид:

$$A_{кр} = \sqrt{1{,}5d^2 - 0{,}5D^2} = 0.$$

Вычислением получают отношение $\frac{d}{D} = 0{,}577$. Эта цифра говорит о том, что все необрезные доски из раскроенного бревна надо укорачивать и только после этого вырабатывать обрезные доски оптимальных размеров.

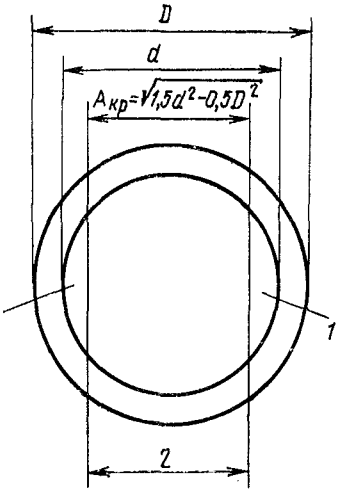


Рис. 17. Зоны вершинного торца бревен при распиловке их вразвал на обрезные доски:

1 — параболическая — выработка коротких досок; *2* — пифагорическая — выработка досок равных длине бревен

Значения $A_{кр}$ в долях вершинного диаметра, подсчитанные по формуле $A_{кр} = \sqrt{1{,}5 - 0{,}5\frac{D^2}{d^2}}$ следующие:

$\frac{d}{D}$	1,0	0,90	0,85	0,75	0,70	0,65	0,577
$A_{кр}$	1,0	0,95	0,89	0,79	0,70	0,577	0

РАССЕИВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ШИРИН И ДЛИН ОБРЕЗНЫХ ДОСОК ПО РАЗВАЛЬНЫМ ПОСТАВАМ

В теоретической части раскрой бревен развальным способом рассматривался применительно к пиловочному сырью, которое имело форму усеченного параболоида вращения. На самом

деле в распиловку по одному поставу поступают бревна с разными отклонениями от расчетных размеров диаметра и неодинаковым сбегом, а также различные по форме поперечных сечений и с кривизной по длине. Помимо этого, в процессах раскроя возможна несимметричная распиловка бревен на доски относительно продольной оси бревна и неправильная обрезка необрезных досок. Все это приводит к несовпадениям в пифагорической зоне фактических размеров досок по ширине с расчетными как в меньшую, так и в большую сторону, а в сбеговой зоне к несовпадению размеров досок по ширине и длине. Это явление получило название рассеивания ширин и длин досок.

Рассеивание ширин и длин досок исследовали А. Н. Песоцкий [47], Г. Д. Власов [12], Г. Г. Титков [57, 58] и В. А. Залгаллер [22].

На многих лесозаводах бревна для распиловки подбирают по четным диаметрам. Вследствие этого в один постав фактически попадают бревна диаметром на 1 см меньше и на 0,9 см больше расчетного диаметра. Например, в один постав на расчетный диаметр 20 см попадают бревна диаметром от 19 до 20,9 см. В практике встречается также распиловка одним поставом бревен четырех и шести смежных диаметров. При этом рассеивание ширины досок резко увеличивается. На рассеивание размеров досок оказывает влияние и разный сбег бревен. По данным Г. Г. Титкова, величина сбега для бревен одного и того же диаметра находится в пределах от 0,4 до 1,6 от величины среднего сбега. Рассеивание размеров бревен по диаметру и сбегу приводит к рассеиванию ширин и длин обрезных досок, вырабатываемых из необрезных досок. На рассеивание ширин и длин обрезных досок оказывают также большое влияние эллиптичность поперечного сечения бревен, смещение осей бревен при распиловке относительно центра поставов, кривизна бревен по длине и т. п. Эллиптичность поперечного сечения бревен имеется во всех бревнах.

При распиловке бревен параллельно малой оси эллипса средние доски по поставу получаются уже, а крайние — шире расчетных. При распиловке бревен параллельно большой оси эллипса средние доски по поставу получаются шире, те что ближе к краю — уже и более короткие, а самые крайние — могут выпасть из выхода.

Смещение бревен относительно центра постава (эксцентричная распиловка) дает в одной половине бревна доски шире, а в другой — уже и более короткие. Помимо этого, при обрезке досок бывают ошибки, которые зависят от уровня квалификации обрезчиков.

При распиловке бревен с кривизной книзу у средних досок получается значительное уменьшение ширины. При распиловке бревен с кривизной вбок в одной половине постава будут получаться обрезные доски больше расчетных размеров, в другой —

меньше, но более короткие; кривизна в бревнах не только изменяет ширину и длину досок, но и оказывает большое влияние на их объемный выход. В силу сложности теоретического определения суммарного влияния указанных факторов на рассеивание ширин и длин, на объемный выход пилопродукции их величины определяются опытным путем. В табл. 4 приведено распределение досок по ширине, полученное опытным путем при распиловке бревен с точностью подбора ±1 см А. Н. Песоцким и Г. Д. Власовым. Общее количество крайних досок (от общего количества бревен), по опытным данным, составляет 60%. Происходит это из-за наличия бревен с меньшим диаметром против расчетного и с малым сбегом.

Таблица 4

Рассеивание ширин досок стандартных размеров по ступеням ширины

Название досок в поставе	Граница расстояния от центра торца бревна, в долях радиуса	Распределение досок стандартных размеров по ширине, в % к количеству распиливаемых бревен				
		Расчетная ширина, мм	Шире расчетной на 10 мм	Уже расчетной на 10 мм	Уже расчетной на 20 мм	Всего, %
Сердцевинные и центральные	От 0,0 до 0,5	75	10	15	—	100
Боковые	» 0,5 » 0,7	50	15	15	20	100
То же	» 0,7 » 0,9	40	10	15	35	100
Крайние	» 0,9 » 1,05	35	10	15	—	60

По поставам средняя ширина отличается от расчетной незначительно. В результате этого фактический объемный выход пилопродукции, по исследованиям А. Н. Песоцкого, обычно бывает близким к расчетному.

Рассеивание длин определено Г. Г. Титковым. Все доски в пределах вершинного диаметра бревна будут равны длине бревна. За пределами величины вершинного диаметра они будут короче. Очевидно, что при распиловке бревен разных диаметров и сбегов доски равные длине бревен могут быть получены из всех бревен только в пределах минимального диаметра в распиливаемой партии бревен, а за его границами (в границах от минимального до максимального диаметра бревен) часть досок по длине будет получаться равной длине бревен, а часть — короче. За пределами максимального вершинного диаметра все доски будут короче длины бревен.

ОТХОДЫ В ОБЗОЛЬНУЮ РЕЙКУ И СПОСОБЫ ИХ УМЕНЬШЕНИЯ

При выработке обрезных досок развальным способом возникают отходы в рейку, степень использования необрезных досок при переработке их в обрезные можно характеризовать как

коэффициент

$$K_{н} = \frac{V_{о}}{V_{н}}, \qquad (47)$$

где $K_{н}$ — общий коэффициент использования необрезных досок, который учитывает отходы в рейку;

$V_{о}$ — объем обрезной доски;

$V_{н}$ — объем необрезной доски.

Рейки, полученные при обрезке досок, можно разделить на обзольные и сбеговые. Рейка, которую можно получить при обрезке необрезных досок параллельно их сбегу, называется обзольной. В результате такого раскроя из необрезных досок будут вырабатываться обрезные доски трапецеидального вида по пласти с прямоугольными поперечными сечениями. Такие доски уменьшаются по ширине от комлевого конца к вершинному. Их используют во Франции и в некоторых других странах для настила поверхностей: полов, потолков, обшивок стен и т. п. В настил их укадывают развернутыми относительно одна к другой на 180° и соединяют по кромкам вершинных концов с комлевыми. Такие доски иногда используются и на отечественных предприятиях, особенно при выработке дощатой тары.

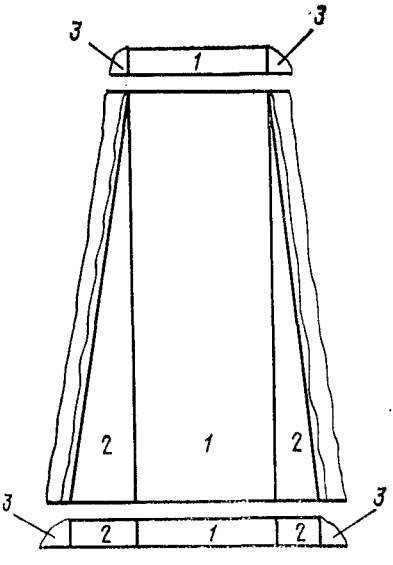


Рис. 18. Схема раскроя необрезной доски на обрезную:
1 — обрезная доска; *2* — сбеговая рейка; *3* — обзольная рейка

Если обрезные доски трапецеидального вида перерабатывать на обрезные доски с параллельными кромками, то возникнут дополнительные отходы в рейку, обусловливаемые сбегом доски (рис. 18). При переработке необрезных досок в обрезные доски с параллельными кромками обзольную и сбеговую рейки отрезают вместе, но для анализа возможности уменьшения отходов в рейки их целесообразно рассматривать раздельно. В этом случае общая степень использования необрезных досок при переработке их в обрезные может характеризоваться произведением коэффициентов

$$K_{н} = K_{обз} K_{сб}, \qquad (48)$$

где $K_{н}$ — общий коэффициент использования необрезных досок, который учитывает отходы в рейку [формула (47)];

$K_{обз}$ — коэффициент использования необрезных досок, учитывающий отходы в обзольную рейку;

$K_{сб}$ — коэффициент использования необрезных досок, который учитывает отходы древесины в сбеговую рейку.

При выработке обрезных досок с трапецеидальной пластью отходы древесины можно вычислить по уравнению

$$K_н = K_{обз} K_{сб} = K_{обз} 1 = K_{обз}.$$

Ниже приводится анализ изменения коэффициента использования необрезных досок при изготовлении из них обрезных досок трапецеидального вида по пласти в зависимости от их местоположения по отношению к центру торца бревна и их толщины. Для упрощения все расчеты будут идти по поперечным сечениям на половине длины досок. Для этого следует обратиться к рис. 19, где показаны поперечные сечения: бревна, необрезной доски и доски трапецеидального вида — по пласти на середине их длины. Коэффициент использования поперечного сечения необрезной доски равен

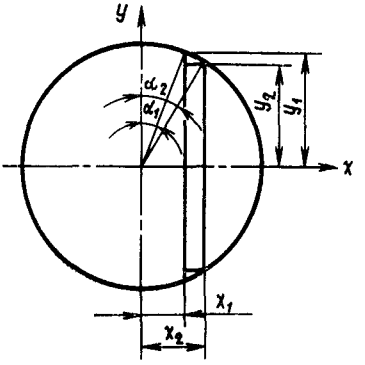


Рис. 19. Схема определения коэффициентов использования необрезных досок при переработке их в обрезные

$$K_{обз} = \frac{F_т}{F_н}, \qquad (49)$$

где $F_т$ — площадь поперечного сечения обрезной доски трапецеидального вида по пласти на середине длины;

$F_н$ — площадь поперечного сечения необрезной доски на середине длины.

Следует определить $F_т$ и $F_н$ в зависимости от местоположения доски в поставе, ее толщины и радиуса поперечного сечения бревен. Точки окружности поперечного сечения бревна определяются координатами x, y, толщина доски $m = (x_2 - x_1)$, ширина доски по наружной пласти $b_2 = 2y_2$ и по внутренней пласти $b_1 = 2y_1$ тогда:

$$F_н = 2\int_{x_1}^{x_2} y dx; \quad y = \sqrt{r^2 - x^2} = r \cdot \cos\alpha; \quad x = r \cdot \sin\alpha;$$

$$dx = r \cdot \cos\alpha \cdot d\alpha;$$

$$2\int_{x_1}^{x_2} y dx = 2\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} r \cdot \cos\alpha d\alpha = 2\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} r^2 \cos^2\alpha \cdot d\alpha = 2r^2 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \cos^2\alpha d\alpha =$$

$$= 2r^2 \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{2}\right)\Bigg|_{\alpha_1}^{\alpha_2} = r^2(\alpha_2 - \alpha_1) + r^2(\sin\alpha_2 \cos\alpha_2 -$$

$$-\sin\alpha_1\cos\alpha_1)=r^2\left(\arcsin\frac{x_2}{r}-\arcsin\frac{x_1}{r}\right)+$$

$$+\left(x_2\sqrt{r^2-x_2^2}-x_1\sqrt{r^2-x_1^2}\right),$$

но $x_1=a_1$ — расстоянию внутренней пласти доски от центра бревна;

$x_2=a_2$ — расстоянию внешней пласти доски от центра бревна, тогда

$$F_н=r^2\left(\arcsin\frac{a_2}{r}-\arcsin\frac{a_1}{r}\right)+\left(a_2\sqrt{r^2-a_2^2}-a_1\sqrt{r^2-a_1^2}\right);$$

$$F_т=b_{ср}(a_2-a_1),$$

где $b_{ср}$ — средняя ширина доски трапецеидального вида, т. е.

$$b_{ср}=\frac{b_в+b_к}{2}.$$

Формула для определения коэффициента использования необрезных досок при раскрое их на обрезные трапецеидального вида по пласти, с учетом отходов в обзольную рейку, принимает вид:

$$K_{обз}=\frac{F_т}{F_н}=$$

$$=\frac{e_c(a_2-a_1)}{r^2\left(\arcsin\frac{a_2}{r}-\arcsin\frac{a_1}{r}\right)+\left(a_2\sqrt{r^2-a_2^2}-a_1\sqrt{r^2-a_1^2}\right)}. \quad (50)$$

Формула (50) позволяет определять значения этих коэффициентов в зависимости от местоположения обрезных досок по отношению к центру поперечного сечения бревна. Значения коэффициента $K_{обз}$ для досок разной толщины и местоположения их в поставе представлены в табл. 5 и на рис. 20.

По оси ординат (см. рис. 20) даны значения коэффициента $K_{обз}$ по оси абсцисс — значения толщины досок в долях диаметра бревна на середине их длины. Полученные кривые показывают изменения коэффициента использования поперечного сечения необрезных досок, который учитывает отходы древесины в обзольные рейки, в зависимости от толщины досок и расстояния их внутренней пласти от центра торца бревна.

Для центральных досок, внутренняя пласть которых проходит через центр торца бревна, и, следовательно $a=0$, коэффициент изменяется от 1 до 0,9 (при увеличении толщины досок от бесконечно малой величины до 0,25 диаметра бревна), а для досок, внутренняя пласть которых находится на расстоянии $a=0{,}25$ диаметра бревна, при тех же толщинах, коэффициент изменяется от 1 до 0. Кривые изменения коэффициента использования

необрезных досок, которые характеризуют отходы древесины в обзольные рейки, показывают: чем дальше от центра торца бревна расположена внутренняя пласть досок, тем меньше становится коэффициент, что можно заметить даже при небольшом увеличении толщины досок. Это необходимо учитывать при со-

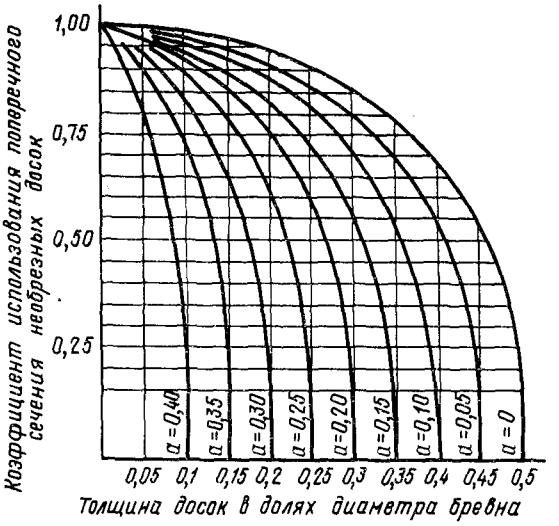


Рис. 20. График изменения коэффициентов использования необрезных досок при обрезке их параллельно сбегу в зависимости от их толщины и местоположения в развальном поставе

ставлении поставов на раскрой бревен развальным способом, имея в виду уменьшение отходов, зависящих от поставов.

Для составления поставов по данным рис. 20 с учетом коэффициента использования необрезных досок по обзолу состав-

Таблица 5

Коэффициенты $K_{обз}$ использования необрезных досок, учитывающие отходы в обзольные рейки в зависимости от толщины досок и их местоположения в поставах

Толщина досок, в долях диаметра бревен	При расстоянии центра торца бревна до внутренней пласти досок, в долях диаметра бревен								
	0,0	0,05	0,10	1,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
0,05	0,994	0,990	0,988	0,976	0,972	0,954	0,945	0,91	0,836
0,10	0,985	0,973	0,963	0,947	0,925	0,896	0,845	0,737	
0,15	0,970	0,952	0,930	0,900	0,863	0,799	0,674		
0,20	0,942	0,885	0,882	0,883	0,763	0,627			
0,25	0,905	0,866	0,813	0,734	0,593				
0,30	0,854	0,775	0,714	0,567					
0,35	0,782	0,696	0,548						
0,40	0,683	0,530							
0,45	0,518								

лены кривые значения толщины досок с одинаковым процентом использования их поперечного сечения на разных расстояниях внутренней пласти от центра торца бревна (рис. 21).

По оси ординат (см. рис. 21) даны значения толщины досок в долях диаметра бревна, а на оси абсцисс — значения расстояний внутренних пластей необрезных досок от центра торца бревна. Кривые показывают толщину необрезных досок для различного их использования при обрезке на обрезные доски тра-

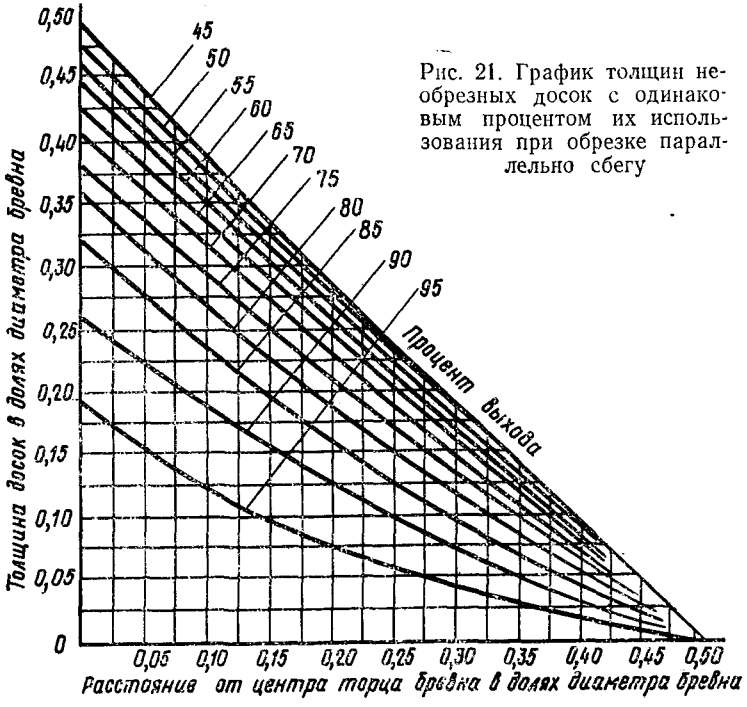


Рис. 21. График толщин необрезных досок с одинаковым их использования при обрезке параллельно сбегу

пецеидального вида. По этим кривым можно легко определить толщину досок в поставе, идя от центра торца бревна к его периферии, предварительно задавшись той или другой степенью использования их поперечных сечений. Например, если требуется составить постав с толщиной досок, обеспечивающей не менее 90% использования поперечных сечений при обрезке обзольных кромок, то все толщины нужно определять по кривой, соответствующей этому показателю. Толщину центральной доски находят на пересечениях расстояния ее внутренней пласти (при $a=0$) с указанной кривой толщин; она равна 0,26 диаметра бревна. Необрезная доска толщиной 0,26 диаметра обеспечит использование ее на 90%. Все доски меньшей толщины будут соответствовать большему коэффициенту их использования, и

если доски толщиной 0,26d не нужны, они могут быть приняты за доски любых меньших толщин. Зная расстояние от центра торца бревна до пласти принятой толщины первой доски, по графику на оси абсцисс можно подняться вверх по вертикали до места пересечения с кривой толщин, которая соответствует 90%-ному использованию поперечного сечения необрезной доски и двигаться далее, влево по горизонтали до шкалы толщин и найти на ней толщину второй доски.

Аналогичным образом следует поступать и при определении толщины следующих досок, учитывая при этом расстояние их

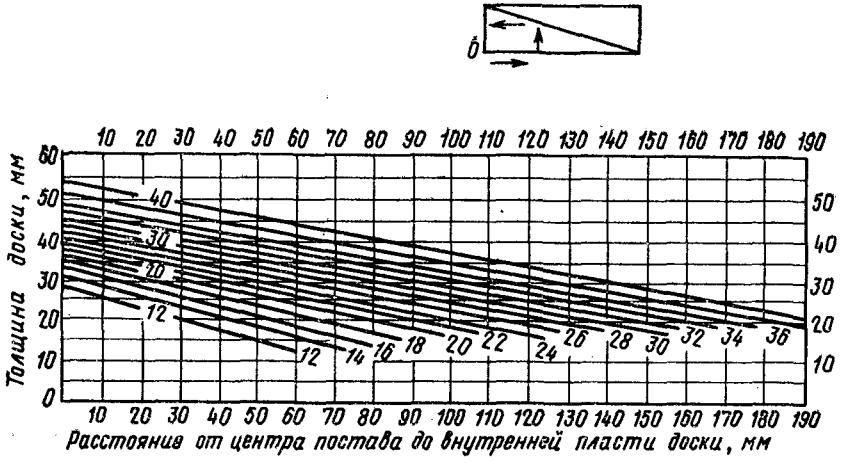


Рис. 22. График предельных толщин досок

внутренних пластей от центра торца бревна. При определении толщины необрезных досок по графику (см. рис. 21) можно пользоваться любой кривой толщин, соответствующей той или другой степени использования их поперечных сечений. Однако при этом необходимо иметь в виду, что чем меньше коэффициент использования необрезных досок, который учитывает отходы в обзольные рейки, тем больше отходов древесины, зависящих от постава. Поэтому при определении толщин досок для поставов заранее следует выбирать кривую, которая ограничивает отходы, зависящие от постава, определенным пределом, и назначать толщину досок, не превышающую кривую, соответствующую этому пределу. Все доски меньшей толщины дадут меньшие отходы в обзольные рейки и могут быть включены в постава без опасения ухудшить степень их использования.

При пользовании графиком (см. рис. 21) необходимо также учитывать и то, что в параболической зоне получается небольшая толщина досок, которую нельзя получить при распиловке бревен на лесопильных рамах. В этом случае поневоле приходится вырабатывать доски толще установленных пределов, но

без превышения толщины, которую технически возможно получить при распиловке бревен в данном случае.

Для облегчения составления поставов на выработку пиломатериалов заданных размеров рекомендуется использовать график предельных толщин досок, допускаемых в поставах для бревен разных диаметров (рис. 22). На графике для крайних боковых досок дана предельная толщина по минимально допускаемой толщине досок согласно ГОСТу, а центральных — на уровне 90—95%-ного использования поперечных сечений необрезных досок.

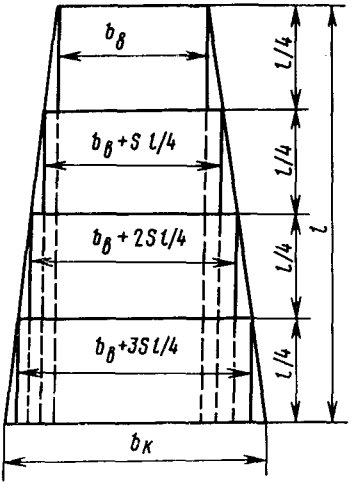


Рис. 23. Схема раскроя обрезной доски трапецеидального вида на обрезные доски и заготовки с параллельными кромками

ОТХОДЫ В СБЕГОВУЮ РЕЙКУ И СПОСОБЫ ИХ УМЕНЬШЕНИЯ

В связи с тем, что доски и детали трапецеидального вида по пласти в отечественной промышленности используются редко (для изготовления тары и то в небольшом количестве), возникает необходимость выявления путей снижения отходов древесины в сбеговую рейку при раскрое необрезных досок на продукцию формы правильного параллелепипеда. На рис. 23 показана пласть обрезной доски трапецеидального вида, у которой обзольные рейки обрезаны параллельно сбегу; ширина этой доски в вершинном конце обозначена через $b_в$, а в комлевом — через $b_к$, длина доски — через l и в виде $\frac{l}{4}$ представлена длина обрезной пиленой продукции, полученной при раскрое доски трапецеидального вида по длине на четыре части. Если короткомерную пиленую продукцию необходимо обрезать по ширине ее вершинного конца, то, в зависимости от количества деталей, на которое раскраивается доска по длине, коэффициент $K_{сб}$, который учитывает отходы в сбеговую рейку, может быть выражен в следующем виде:

$$K_{сб} = \frac{\sum_1^n f_о}{F_т} = \frac{(f_{о1} + f_{о2} + f_{о3} + \ldots + f_{оn})}{F_т}$$

где $\sum_i^n f_о$ — сумма площадей обрезных заготовок типа параллелепипеда;

f_{o1}; f_{o2}; f_{o3}; f_{on} — площадь пласти отдельных заготовок;
$F_т$ — площадь пласти доски трапецеидального вида.

Толщина пиленой продукции в данном случае не принимается во внимание, так как при раскрое она не изменяется.

Если принять что $\frac{b_к - b_в}{l} = S$, то $b_к = b_в + Sl$,

где S — сбег доски трапецеидального вида;
l — длина доски.

В этом случае коэффициент использования доски трапецеидального вида при ее раскрое на обрезную пилопродукцию можно выразить как функцию ее ширины, сбега и длины.

При раскрое по длине на одну обрезную доску он будет:

$$K_{сб} = \frac{b_в \cdot l}{\frac{(b_в + b_к)l}{2}} = \frac{2b_в}{b_в + b_к} = \frac{2b_в}{b_в + (b_в + Sl)} = \frac{2b_в}{2b_в + Sl};$$

при раскрое по длине на две обрезные заготовки

$$K_{сб} = \frac{b_в \frac{l}{2} + \left(b_в + S\frac{l}{2}\right)\frac{l}{2}}{\frac{[b_в + (b_в + Sl)]\,l}{2}} = \frac{2b_в + S\frac{l}{2}}{2b_в + Sl};$$

при раскрое по длине на три обрезные заготовки

$$K_{сб} = \frac{b_в \frac{l}{3} + \left(b_в + S\frac{l}{3}\right)\frac{l}{3} + \left(b_в + 2S\frac{l}{3}\right)\frac{l}{3}}{\frac{[b_в + (b_в + Sl)]\,l}{2}} = \frac{2b_в + 2S\frac{l}{3}}{2b_в + Sl}.$$

Приведенные примеры показывают, что во всех этих формулах изменяется по определенному закону только последнее слагаемое числителя, а все остальные члены остаются постоянными. Это позволяет определить коэффициент для любого количества заготовок, на которое раскраивается доска по длине и вывести общую формулу:

$$K_{сб} = \frac{2b_в + Sl\left(\frac{n-1}{n}\right)}{2b_в + Sl}, \qquad (51)$$

где n — количество заготовок, на которое раскраивается необрезная доска по длине.

Так как $S=\frac{b_к-b_в}{l}$, то

$$K_{сб}=\frac{\frac{2b_в+l(b_к-b_в)(n-1)}{ln}}{2b_в+\frac{(b_к-b_в)l}{l}}=\frac{2b_в+(b_к-b_в)\frac{(n-1)}{n}}{2b_в+(b_к-b_в)}=$$

$$=\frac{2nb_в+(b_к-b_в)(n-1)}{n(2b_в+b_к-b_в)}=1-\frac{(b_к-b_в)}{n(b_к+b_в)}. \qquad (52)$$

Вместо $b_в$ и $b_к$ можно подставить их значения:

$$b_в=\sqrt{d^2-4a^2},$$

$$b_к=\sqrt{D^2-4a^2}.$$

Тогда коэффициент использования необрезных досок ($K_{сб}$), который учитывает использование сбеговой зоны в зависимости от диаметра и сбега бревен, местоположения досок в поставе по отношению к центру торца бревен и от количества заготовок, на которое они раскраиваются по длине, может быть выражен формулой

$$K_{сб}=1-\frac{\sqrt{D^2-4a^2}-\sqrt{d^2-4a^2}}{n\left(\sqrt{D^2-4a^2}+\sqrt{d^2-4a^2}\right)}. \qquad (53)$$

В табл. 6 приведены значения коэффициента, а на рис. 24 даны кривые, характеризующие его изменения для наиболее распространенных отношений комлевого диаметра бревна D к вершинному диаметру d, равных 1,3; 1,2; 1,1.

Из табл. 6 и рис. 24 видно, что во всех случаях увеличения количества вырабатываемых деталей по длине необрезных досок отходы древесины в сбеговую рейку уменьшаются, а коэффициент использования необрезных досок, который учитывает эти отходы, возрастает. Относительный выход обрезной продукции с увеличением количества вырабатываемых заготовок по длине необрезных досок от 1 до 10 возрастает при $\frac{D}{d}=1{,}3$ до 113,9—131,8%, при $\frac{D}{d}$ 1,2 до 109,3 — 122,0 и при $\frac{D}{d}=1{,}1$ до 104,6 — 111,5%.

Выход продукции наиболее интенсивно увеличивается при раскрое необрезных досок по длине на три-четыре заготовки. Например, при $\frac{D}{d}=1{,}3$ и расстоянии досок от центра торца бревна $a=0{,}3\,d$ изменение количества деталей от одной до трех дает увеличение коэффициента от 0,820 до 0,940, или относи-

тельный прирост продукции на 14,6%, а при изменении количества деталей от 3 до 10 коэффициент увеличивается до 0,982; прирост продукции в этом диапазоне равен только 4,4%. Та же закономерность наблюдается и для других досок, но наиболее сильно она проявляется для досок, отстоящих дальше от центра торца бревна, где относительный прирост продукции с увеличе-

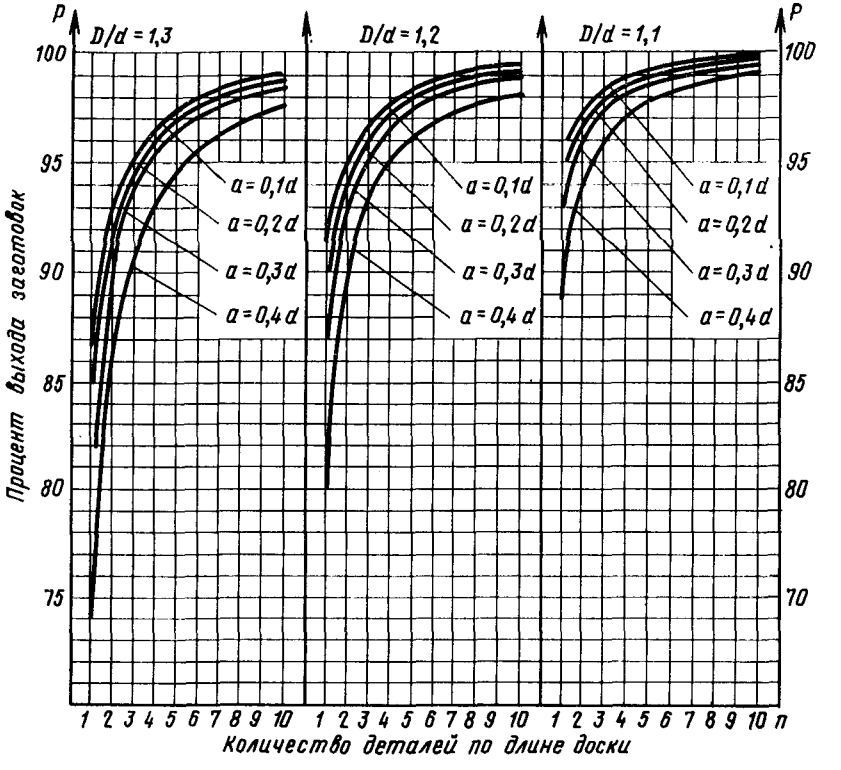


Рис. 24. График изменения коэффициентов использования обрезных досок трапецеидального вида при переработке заготовки щитового типа разной длины

нием количества деталей изменяется особенно значительно. Табл. 6 и рис. 24 показывают, что необрезные доски нецелесообразно использовать для выработки длинномерной обрезной продукции. Из них лучше всего вырабатывать короткомерную продукцию для щитовых конструкций и настилов. В случае, когда короткомерная пиленая продукция должна быть с заранее заданной шириной, из необрезных досок следует вырабатывать короткие цельные и узкие заготовки. Последние склеивают в щиты и изготовляют из них клееные заготовки определенной ширины.

Таблица 6

Коэффициенты $K_{сб}$ использования необрезных досок, который учитывает отходы по сбегу в зависимости от местоположения досок в поставе и от числа деталей, выкраиваемые по длине доски

Количество деталей по длине досок, шт.	При соотношении комлевого и вершинного диаметров и расстоянии от центра торца бревна до внешней пласти досок в долях диаметра					
	$D/d = 1{,}3$				$D/d = 1{,}2$	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2
1	0,866	0,852	0,820	0,739	0,906	0,895
2	0,933	0,926	0,910	0,870	0,953	0,948
3	0,956	0,951	0,940	0,913	0,969	0,968
4	0,967	0,963	0,955	0,935	0,977	0,974
5	0,973	0,971	0,964	0,948	0,982	0,979
6	0,978	0,976	0,970	0,957	0,985	0,983
7	0,981	0,979	0,974	0,963	0,987	0,985
8	0,983	0,982	0,978	0,969	0,989	0,987
9	0,985	0,984	0,980	0,971	0,990	0,989
10	0,987	0,985	0,982	0,974	0,991	0,990
Относительное изменение выхода пилопродукции при изменении количества деталей от 1 до 10 шт., %	113,9	115,6	119,7	131,8	109,3	110,6

Продолжение

Количество деталей по длине досок, шт.	При соотношении комлевого и вершинного диаметра в расстоянии от центра торца бревна до внешней пласти досок в долях диаметра					
	$D/d = 1{,}2$		$D/d = 1{,}1$			
	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4
1	0,870	0,804	0,951	0,942	0,930	0,887
2	0,935	0,902	0,975	0,971	0,965	0,944
3	0,957	0,935	0,984	0,984	0,977	0,963
4	0,968	0,951	0,985	0,985	0,982	0,972
5	0,974	0,961	0,990	0,988	0,986	0,978
6	0,979	0,968	0,992	0,990	0,988	0,983
7	0,982	0,972	0,993	0,992	0,990	0,984
8	0,984	0,976	0,994	0,993	0,991	0,986
9	0,986	0,979	0,995	0,994	0,992	0,988
10	0,987	0,981	0,995	0,994	0,993	0,989
Относительное изменение выхода пилопродукции при изменении количества деталей от 1 до 10 шт., %	113,4	122,0	104,6	105,5	106,7	111,5

ОБЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕОБРЕЗНЫХ ДОСОК ПРИ ВЫРАБОТКЕ ИЗ НИХ ОБРЕЗНОЙ ПИЛЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ЩИТОВОГО ТИПА РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ

Известно, что общее использование необрезных досок при выработке из них чистообрезной пилопродукции щитового типа различной длины можно характеризовать коэффициентом, определяемым по формуле

$$K_{н} = \frac{V_{о}}{V_{н}} = K_{обз} K_{сб},$$

Значения коэффициентов $K_{обз}$ и $K_{сб}$ приведены выше. На основе этих коэффициентов можно определить возможное общее использование каждой необрезной доски по поставу в зависимости от того, какое местоположение она занимает в поставе, а также толщины и количества обрезных пиленых деталей и заготовок, получаемых по ее длине. Для примера в табл. 7 приведены значения коэффициентов для досок толщиной 0,1 d; 0,2 d и 0,3 d при раскрое на одну обрезную длинномерную доску и на 10 короткомерных пиленых заготовок различной толщины. В табл. 7 показано, что общее использование необрезных досок в значительной степени повышается при переработке их на короткомерную обрезную пиленую продукцию щитового типа.

Таблица 7

Коэффициенты общего использования необрезных досок в зависимости от местоположения досок в поставе и толщины при раскрое на обрезную пилопродукцию различной длины

Толщина досок в долях диаметра бревна	Расстояние внешней пласти досок от центра торца бревна в долях диаметра бревна	Значение коэффициентов при $D/d = 1{,}3$ и при раскрое необрезных досок по длине						Относительное увеличение выхода продукции при раскрое необрезных досок на короткомерную пилопродукцию по сравнению с выходом длинномерных обрезных досок, %
		на одну обрезную доску			на 10 заготовок			
		$K_{сб}$	$K_{обз}$	$K_{н}$	$K_{сб}$	$K_{обз}$	$K_{н}$	
0,1 d	0,1	0,866	0,985	0,854	0,987	0,985	0,972	113,8
	0,2	0,852	0,963	0,820	0,985	0,963	0,948	115,6
	0,3	0,820	0,925	0,758	0,982	0,925	0,908	119,8
	0,4	0,739	0,845	0,624	0,974	0,845	0,833	133,4
0,2 d	0,2	0,852	0,942	0,802	0,985	0,942	0,927	115,4
	0,3	0,820	0,882	0,723	0,982	0,882	0,866	119,7
	0,4	0,739	0,763	0,563	0,974	0,763	0,743	131,9
0,3 d	0,3	0,820	0,854	0,700	0,982	0,854	0,839	120,0
	0,4	0,739	0,714	0,527	0,974	0,714	0,696	132,0

Степень общего использования необрезных досок зависит также от их толщины. Например, при раскрое на длинномерные доски толщиной 0,3, 0,2 и 0,1 диаметра бревен общий коэффициент использования необрезных досок на расстоянии наружной пласти 0,3 d от центра торца бревна соответственно составляет 0,700, 0,723, 0,758; для короткомерных пиленых заготовок он составляет 0,805, 0,866 и 0,908.

Суммарное влияние изменений длины и толщины вырабатываемой пиленой продукции на относительный ее выход на расстоянии наружной пласти от центра бревна 0,4 d для приведенных в табл. 7 размеров будет следующим (%):

Выход	длинномерных	досок	толщиной	0,3 d	100
»	короткомерной	пиленой	продукции	толщиной 0,3 d	132
»	»	»	»	» 0,2 d	140
»	»	»	»	» 0,1 d	158

Приведенные выше данные показывают, что развальный способ раскроя бревен на необрезные доски, а последних на заготовки более выгоден для выработки тонких и коротких заготовок щитового типа. Их производство позволяет резко сократить зависящее от поставов и способов раскроя отходы древесины в рейки и значительно повысить общую степень использования древесины. При выработке из необрезных досок заготовок брускового типа возможная степень использования древесины сокращается из-за некратности ширины досок по отношению к ширине вырабатываемых заготовок, возникают рейки некратности.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ И ПЕРИФЕРИЙНАЯ ЗОНЫ БРЕВЕН ПРИ ВЫРАБОТКЕ ИЗ НИХ НЕОБРЕЗНЫХ ДОСОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЛЕНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ЗАГОТОВОК ЩИТОВОГО ТИПА

Выработка коротких пиленых деталей и заготовок щитового типа непосредственно из необрезных пиломатериалов вместо длинномерных досок оптимальных размеров не только позволяет значительно уменьшить отходы в рейку и увеличить выход конечной пиленой продукции, но и уменьшить отходы древесины досок из параболической зоны в торцовые срезки. Последние возникают при укорачивании необрезных досок до оптимальной длины обрезных досок. Если необрезные доски будут использованы непосредственно для выработки короткомерной продукции, то укорачивание их производится с расчетом получения в вершинном конце минимальной ширины, необходимой для выработки продукции. В этом случае по ширине наружной пласти в вершинном конце необрезные доски могут быть разделены на две группы: на доски, ширина которых превосходит минимальную допускаемую ширину короткомерной обрезной пилопродукции и не требуют укорачивания, и на доски, которые требуют укорачивания, где наружная пласть имеет форму полной или усеченной параболы и ширину меньше допускаемой в заготовках. При развальном способе раскроя по этому признаку в вер-

шинном торце бревен можно выделить две зоны: центральную, где необрезные доски не должны укорачиваться по длине, и периферийную, в которой необрезные доски должны укорачиваться по длине с расчетом получения в вершинном конце допускаемой минимальной (min) ширины пиленых деталей и заготовок. Периферийная зона примыкает к границе центральной зоны.

Размеры центральной зоны могут быть определены по формуле

$$A_{ц} = \sqrt{d^2 - b_{min}}, \tag{54}$$

где b_{min} — минимальная допускаемая ширина наружной пласти в вершинном конце необрезных досок;

d — вершинный диаметр бревна;

$A_{ц}$ — размер центральной зоны, в которой необрезные доски не должны укорачиваться.

Выше уже говорилось о центральной и пифагорической зонах в бревнах. Понятия о центральной и пифагорической зонах смешивать не следует, так как первое понятие — центральная зона — относится к выработке необрезных досок, а второе — пифагорическая зона — к выработке длинномерных обрезных досок. Длина укороченной необрезной доски может быть определена следующим образом:

$$b_{min} = \sqrt{\frac{(D^2 - d^2)\,x'}{L} + d^2 - 4a^2};$$

$$b_{min}^2 = \frac{(D^2 - d^2)\,x'}{L} + d^2 - 4a^2;$$

$$b_{min}^2 - d^2 + 4a^2 = \frac{(D^2 - d^2)\,x'}{L};$$

$$x' = \frac{\left(b_{min}^2 - d^2 + 4a^2\right) L}{D^2 - d^2}; \qquad x' = L - l_{y},$$

где l_{y} — длина укороченной необрезной доски; откуда

$$L - l_{y} = \frac{\left(b_{min}^2 - d^2 + 4a^2\right) L}{D^2 - d^2};$$

$$l_{y} = L - \frac{\left(b_{min}^2 - d^2 + 4a^2\right) L}{D^2 - d^2}$$

или

$$l_{y} = \frac{\left(D^2 - b_{min}^2 - 4a^2\right) L}{D^2 - d^2}. \tag{55}$$

Уменьшение торцовых срезков зависит также от толщины необрезных досок, вырабатываемых в периферийной зоне. Для определения влияния толщины необрезных досок на длину тор-

цовых срезков можно обозначить длину необрезной доски в сбеговой зоне по внутренней пласти через $l_{н.в}$ по наружной пласти через $l_{н.н}$.

Из формулы (42) известно, что высота параболы до укорачивания необрезной доски равна

$$l_{н.н} = L\frac{(D^2 - 4a^2)}{D^2 - d^2},$$

где L — длина бревна;

D — диаметр бревна в комлевом конце;

d — диаметр бревна в вершинном конце;

a — расстояние до внутренней пласти необрезной доски от центра торца бревна.

Основываясь на этой формуле, можно определить высоту параболы $l_н$ наружной пласти необрезной доски. Для этого расстояние наружной пласти необрезной доски от центра бревна можно обозначить через $a+m$, где m — толщина доски. Тогда высота пропиленной наружной пласти будет равна

$$l_{н.н} = L\frac{D^2 - 4(a+m)^2}{D^2 - d^2}.$$

Длина горбыльной части необрезной доски равна разнице между длиной доски по внутренней и наружной пласти, т. е.

$$l_{гор} = l_{н.в} - l_{н.н}.$$

Подставив вместо $l_{н.в}$ и $l_{н.н}$ их значения, можно получить

$$l_{гор} = \frac{4L(4am + m^2)}{D^2 - d^2}. \qquad (56)$$

Формула (56) показывает, что толщина досок сильно влияет на длину горбыльной части, которая может быть уменьшена путем выработки в периферийной зоне главным образом тонких досок. Большое влияние толщины досок на длину горбыльной части можно иллюстрировать следующим примером. При выработке из бревен диаметром 20 см, длиной 6 м со сбегом 1 см на расстоянии внутренней пласти 100 мм от центра торца бревна досок толщиной 19 мм длина горбыльной части будет составлять 1966, а при выработке на этом расстоянии досок толщиной 25 мм — 2774 мм, т. е. горбыльная часть будет больше на 808 мм.

ПРЕДЕЛЬНЫЙ ОХВАТ ДИАМЕТРА БРЕВЕН ПОСТАВОМ

Горбыли также относятся к отходам, которые зависят от постава. С целью уменьшения этого отхода древесины установлено понятие предельного охвата диаметра бревен поставом. Предельный охват диаметра бревен поставом — это наибольшее расстояние между крайними пропилами, которое обеспечивает выработку крайних боковых досок минимально допускаемых размеров по спецификациям и минимальные отходы в горбыли.

Минимальные размеры обрезных и необрезных пиломатериалов указаны в стандартах на пиломатериалы или в спецификациях потребителей. На основе этих документов и устанавливается предельный охват диаметра бревен поставом, за границами которого нельзя получить доски минимальных размеров по ширине и длине.

Предельный охват диаметра бревна поставом впервые был определен Г. Г. Титковым применительно к выработке обрезных пиломатериалов. Этот расчет приводится ниже в несколько измененном виде. В формуле (39) ширина необрезных досок

$$b_{н} = \sqrt{\frac{(D^2 - d^2)\,x'}{L} + d^2 - 4a^2}\,.$$

При получении минимальной ширины и длины обрезной или необрезной доски эту формулу можно записать иначе:

$$b_{min} = \sqrt{d^2 - 4a^2 + \frac{(D^2 - d^2)}{L}(L - l_{min})}\,,$$

где b_{min} — наименьшая ширина обрезной или необрезной доски;

L — длина бревна;

l_{min} — наименьшая длина доски.

После возведения в квадрат и решения этого уравнения относительно $A_{пред}$ можно получить

$$A_{пред} = 2a = \sqrt{(D^2 - b_{min}^2) - (D^2 - d^2) \cdot \frac{l_{min}}{L}}\,. \qquad (57)$$

Предельный охват диаметра бревен поставом в долях вершинного диаметра можно определить по формуле

$$A_{пред} = \sqrt{\left(\frac{D^2 - b_{min}^2}{d^2}\right) - \left(\frac{D^2 - d^2}{d^2}\right)\frac{l_{min}}{L}}\,. \qquad (58)$$

Формулы (57) и (58) показывают, что предельный охват бревен поставом зависит от диаметра бревен, их длины, сбега и минимальных размеров пиломатериалов по ширине и длине. При раскрое тонкого и малосбежистого сырья предельный охват бревен поставом будет небольшим, несмотря на то, что горбыли будут иметь большую длину, из-за невозможности выработки из них пиломатериалов минимальной ширины.

При раскрое толстых и сильносбежистых бревен предельный охват бревен поставом по величине будет ближе к комлевому, чем к вершинному диаметру бревен, а длина горбылей будет немногим больше минимально допускаемой длины пиломатериалов. Теоретически из периферийной зоны пиловочного сырья можно выработать очень небольшие по размерам тарные дощечки (шириной 60—80 и длиной 400—500 мм). Этим сокращаются отходы древесины в горбыли. Однако при распиловке

бревен на лесопильных рамах получить пиломатериалы такой длины практически невозможно из-за попадания коротких дощечек между пилами и образования ими так называемых засоров, которые требуют остановки лесопильных рам. Поэтому чаще всего минимальную длину досок, вырабатываемых на лесопильных рамах, устанавливают не менее 1,5 м. В связи с этим предельный охват диаметра бревен поставом следует определять по наименьшему диаметру бревен, распиливаемых по поставу. Для увеличения полезного выхода пиломатериалов многие предприятия перерабатывают горбыли на тарную дощечку или обапол.

ВЫВОДЫ ПО РАЗВАЛЬНОМУ СПОСОБУ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ И УМЕНЬШЕНИЮ ОТХОДОВ, ЗАВИСЯЩИХ ОТ ПОСТАВОВ

В результате теоретического анализа возможностей выработки развальным способом пилопродукции заданных размеров и уменьшения отходов древесины, зависящих от поставов, можно сделать следующие выводы:

а) развальным способом раскроя бревен можно обеспечить выработку необрезных и обрезных пиломатериалов разнообразной толщины, которая не превышает требуемые предельные толщины ассортимента пиломатериалов с минимальными отходами, зависящими от поставов;

б) ширина необрезных и обрезных досок по этому способу колеблется в широких пределах;

в) наибольший теоретический выход пиломатериалов и наименьший процент отходов, зависящих от поставов, по этому способу соответствует выработке тонких необрезных пиломатериалов, предназначенных для выработки из них короткомерной пилопродукции щитового типа, так как в этом случае существенно сокращаются отходы в обзольную и сбеговую рейки.

При выработке толстых обрезных пиломатериалов и заготовок заданной толщины, ширины и длины развальным способом нельзя обеспечить рациональное использование сырья, так как в этом случае неизбежны большие отходы древесины в обзольные рейки и рейки некратности по ширине необрезных досок.

§ 6. ВЫРАБОТКА ПИЛОПРОДУКЦИИ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ БРУСОВО-РАЗВАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

ОЦЕНКА БРУСОВО-РАЗВАЛЬНОГО СПОСОБА ПО ВОЗМОЖНОСТЯМ ВЫРАБОТКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ

Брусово-развальный способ раскроя бревен (по сравнению с развальным) существенно расширяет возможности выработки обрезной пилопродукции заданных размеров, что обеспечивается наличием брусовой зоны. В пределах ширины пласти бруса можно вырабатывать обрезные пиломатериалы одной ширины,

в то время как по развальному способу ширина обрезных досок получается различной. В пределах пласти бруса можно вырабатывать обрезные доски любой толщины, в то время как толщина досок по развальному способу по мере удаления от центра торца бревна, должна уменьшаться. При выработке досок из бруса, отсутствуют отходы древесины в рейки, вследствие чего и отпадают ограничения в возможности выработки пиломатериалов заданной толщины.

Обрезные доски, вырабатываемые из зоны бруса, по своему поперечному сечению должны совпадать с поперечными сечениями будущих заготовок или быть кратными им. Этим и обеспечивается единство процессов раскроя бревен и пиломатериалов, существенно упрощается процесс выработки заготовок на следующей стадии. Для развальной зоны выработки пиломатериалов по брусовому способу сохраняют свое значение все выводы теории раскроя, относящиеся к развальному способу.

Выработка обрезных досок по развально-брусовому способу имеет и недостатки. Ширина обрезных досок из зоны бруса меньше ширины досок, получаемых при развальном способе раскроя сырья. Поэтому для выработки досок одной и той же ширины по брусовому способу требуется более крупное сырье.

РАЗМЕРЫ БРУСА МАКСИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА И ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Отсутствие в брусовой зоне отходов древесины в рейки приводит к необходимости выявить размеры брусьев, обеспечивающих максимальный выход обрезных пиломатериалов из этой зоны. Решение этой задачи сводится к выяснению размеров наибольшего по площади прямоугольника, который можно вписать в круг (вершинный торец бревна). Эта задача была решена Х. Л. Фельдманом. На рис. 25 показано поперечное сечение вершинного диаметра бревна, в него вписан четырехкантный брус со сторонами A и B.

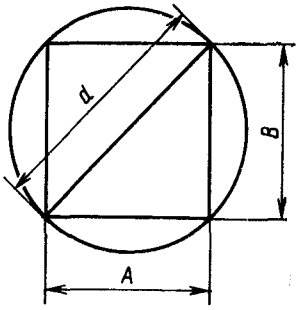


Рис. 25. Схема к расчету размеров сторон бруса максимального объема

Если вершинный диаметр бревна обозначен через d, тогда площадь F, вписанного в круг прямоугольника, примет выражение $F=AB$.

Так как

$$B=\sqrt{d^2-A^2} \text{ и } A=\sqrt{d^2-B^2};$$

$$F=A\sqrt{d^2-A^2}=A\,(d^2-A^2)^{\frac{1}{2}},$$

бревен на лесопильных рамах получить пиломатериалы такой длины практически невозможно из-за попадания коротких дощечек между пилами и образования ими так называемых засоров, которые требуют остановки лесопильных рам. Поэтому чаще всего минимальную длину досок, вырабатываемых на лесопильных рамах, устанавливают не менее 1,5 м. В связи с этим предельный охват диаметра бревен поставом следует определять по наименьшему диаметру бревен, распиливаемых по поставу. Для увеличения полезного выхода пиломатериалов многие предприятия перерабатывают горбыли на тарную дощечку или обапол.

ВЫВОДЫ ПО РАЗВАЛЬНОМУ СПОСОБУ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ И УМЕНЬШЕНИЮ ОТХОДОВ, ЗАВИСЯЩИХ ОТ ПОСТАВОВ

В результате теоретического анализа возможностей выработки развальным способом пилопродукции заданных размеров и уменьшения отходов древесины, зависящих от поставов, можно сделать следующие выводы:

а) развальным способом раскроя бревен можно обеспечить выработку необрезных и обрезных пиломатериалов разнообразной толщины, которая не превышает требуемые предельные толщины ассортимента пиломатериалов с минимальными отходами, зависящими от поставов;

б) ширина необрезных и обрезных досок по этому способу колеблется в широких пределах;

в) наибольший теоретический выход пиломатериалов и наименьший процент отходов, зависящих от поставов, по этому способу соответствует выработке тонких необрезных пиломатериалов, предназначенных для выработки из них короткомерной пилопродукции щитового типа, так как в этом случае существенно сокращаются отходы в обзольную и сбеговую рейки.

При выработке толстых обрезных пиломатериалов и заготовок заданной толщины, ширины и длины развальным способом нельзя обеспечить рациональное использование сырья, так как в этом случае неизбежны большие отходы древесины в обзольные рейки и рейки некратности по ширине необрезных досок.

§ 6. ВЫРАБОТКА ПИЛОПРОДУКЦИИ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ БРУСОВО-РАЗВАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

ОЦЕНКА БРУСОВО-РАЗВАЛЬНОГО СПОСОБА ПО ВОЗМОЖНОСТЯМ ВЫРАБОТКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ

Брусово-развальный способ раскроя бревен (по сравнению с развальным) существенно расширяет возможности выработки обрезной пилопродукции заданных размеров, что обеспечивается наличием брусовой зоны. В пределах ширины пласти бруса можно вырабатывать обрезные пиломатериалы одной ширины,

в то время как по развальному способу ширина обрезных досок получается различной. В пределах пласти бруса можно вырабатывать обрезные доски любой толщины, в то время как толщина досок по развальному способу по мере удаления от центра торца бревна, должна уменьшаться. При выработке досок из бруса, отсутствуют отходы древесины в рейки, вследствие чего и отпадают ограничения в возможности выработки пиломатериалов заданной толщины.

Обрезные доски, вырабатываемые из зоны бруса, по своему поперечному сечению должны совпадать с поперечными сечениями будущих заготовок или быть кратными им. Этим и обеспечивается единство процессов раскроя бревен и пиломатериалов, существенно упрощается процесс выработки заготовок на следующей стадии. Для развальной зоны выработки пиломатериалов по брусовому способу сохраняют свое значение все выводы теории раскроя, относящиеся к развальному способу.

Выработка обрезных досок по развально-брусовому способу имеет и недостатки. Ширина обрезных досок из зоны бруса меньше ширины досок, получаемых при развальном способе раскроя сырья. Поэтому для выработки досок одной и той же ширины по брусовому способу требуется более крупное сырье.

РАЗМЕРЫ БРУСА МАКСИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА И ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Отсутствие в брусовой зоне отходов древесины в рейки приводит к необходимости выявить размеры брусьев, обеспечивающих максимальный выход обрезных пиломатериалов из этой зоны. Решение этой задачи сводится к выяснению размеров наибольшего по площади прямоугольника, который можно вписать в круг (вершинный торец бревна). Эта задача была решена Х. Л. Фельдманом. На рис. 25 показано поперечное сечение вершинного диаметра бревна, в него вписан четырехкантный брус со сторонами A и B.

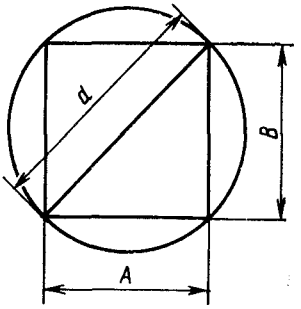


Рис. 25. Схема к расчету размеров сторон бруса максимального объема

Если вершинный диаметр бревна обозначен через d, тогда площадь F, вписанного в круг прямоугольника, примет выражение $F=AB$.

Так как

$$B=\sqrt{d^2-A^2} \text{ и } A=\sqrt{d^2-B^2};$$

$$F=A\sqrt{d^2-A^2}=A\,(d^2-A^2)^{\frac{1}{2}},$$

то для определения максимума площади необходимо продифференцировать это уравнение по переменной A и первую производную приравнять к нулю:

$$\frac{dF}{dA} = (d^2 - A^2)^{\frac{1}{2}} - A^2(d^2 - A^2)^{-\frac{1}{2}} = 0; \quad d^2 = 2A^2.$$

Из этого следует, что наибольшим по площади прямоугольником, вписанным в круг, будет квадрат со сторонами

$$A = B = \frac{d}{\sqrt{2}} = 0{,}707d. \tag{59}$$

Выход длинномерных обрезных досок из бруса указанных размеров будет максимальный. Площадь поперечного сечения такого бруса равна

$$F = A^2 = (0{,}707d)^2 = 0{,}5d^2. \tag{60}$$

Поперечное сечение бруса такого размера в процентном отношении от поперечного сечения бревна в вершинном конце составит

$$P = \frac{F_{\text{брус}}100}{F_{\text{брев}}} = \left(0{,}5d^2 \frac{\pi d^2}{4}\right) 100 = \frac{200}{\pi} = 63{,}7\%.$$

Общий объемный выход обрезных пиломатериалов из брусовой зоны в этом случае для бревен длиной 6 м составляет около 50% от объема сырья и может быть определен по формуле

$$P = \frac{200d^2}{\pi\left(\frac{D+d}{2}\right)^2}\ \%, \tag{61}$$

где d — диаметр бревен в вершине;

D — диаметр бревен в комле.

При выработке пиломатериалов заданной ширины из бруса максимального объема диаметр бревен, необходимых для этих целей, определяют по формуле

$$d = \frac{b}{0{,}707}, \tag{62}$$

где b — заданная ширина пиломатериалов.

Использование для выработки обрезных досок заданной ширины из бревен одного диаметра сильно ограничивает выработку пиломатериалов по заданной спецификации. Поэтому в практике оказываются неизбежными отклонения от размеров брусьев квадратного сечения.

Необходимо рассмотреть, в какой мере эти отклонения уменьшают объем брусовой зоны максимального объема. Раз-

меры сторон прямоугольника, вписанного в вершинный торец бревна, находятся в соотношениях

$$d^2 = A^2 + B^2,$$

где A — размер одной стороны прямоугольника;
B — размер другой стороны прямоугольника.

Таблица 8

Отношение площадей поперечных сечений брусьев разной высоты к площади бруса высотою 0,707d

Высота бруса A в долях диаметра	Ширина постелей бруса B в долях диаметра	Площадь поперечного сечения $A \times B$	Отношение площади поперечного сечения бруса к площади поперечного сечения бруса максимального объема, %
0,30	0,95	0,285 d^2	57,0
0,35	0,94	0,328 d^2	65,6
0,40	0,91	0,364 d^2	72,8
0,45	0,89	0,396 d^2	79,2
0,50	0,86	0,432 d^2	86,5
0,55	0,84	0,464 d^2	92,4
0,60	0,80	0,480 d^2	96,0
0,65	0,76	0,494 d^2	98,8
0,707	0,707	0,500 d^2	100,0
0,75	0,65	0,495 d^2	99,8
0,80	0,60	0,480 d^2	94,0
0,85	0,53	0,470 d^2	90,0
0,90	0,44	0,396 d^2	81,5
0,95	0,33	0,314 d^2	62,8

В табл. 8 даны значения размеров сторон бруса прямоугольного сечения в долях диаметра бревна, которые можно вписать в вершинный торец бревна, размеры их площадей и отношения последних к площади поперечного сечения бруса максимального объема (в процентах). Из табл. 8 видно, что изменения высоты бруса в пределах от 0,6 до 0,8 d площадь поперечного сечения этих брусьев уменьшается (по сравнению с площадью бруса квадратного сечения) только на 4%. Такое уменьшение объема прямоугольного бруса против бруса максимального объема несущественно, им можно пренебречь. Это даст возможность вырабатывать доски одной и той же ширины из бревен разного диаметра в пределах

$$d = \frac{b}{0{,}6 \div 0{,}8}.$$

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ ПО БРУСОВО-РАЗВАЛЬНОМУ СПОСОБУ И ОБЛАСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Степень использования пиловочного сырья в значительной мере зависит от способа раскроя сырья на конечную продукцию. Конечная пилопродукция может быть разделена на следующие

группы: обрезные пиломатериалы и длинномерные заготовки заданной толщины, ширины, длины; обрезные пиломатериалы заданной толщины, но нерегламентированной ширины и длины; короткомерные заготовки заданной толщины, ширины, длины и щитового типа.

Одна часть указанной выше пилопродукции должна вырабатываться непосредственно в стадии раскроя пиловочного сырья, другая — после выработки пиломатериалов, в стадии их раскроя на заготовки. При выработке пилопродукции всех групп важно обеспечить высокую степень использования пиловочного сырья в обеих стадиях процесса.

Обрезные пиломатериалы заданной толщины, ширины и нерегламентированной длины, как конечная продукция, могут быть получены непосредственно в первой стадии процесса при раскрое бревен. Выработка их может производиться по развальному и брусовому способам. При выработке таких пиломатериалов по развальному способу, кроме отходов в обзольную и сбеговую рейки, возникают большие дополнительные отходы древесины в рейку из-за некратности ширины необрезных пиломатериалов ширине заданных к выработке обрезных пиломатериалов. Поэтому такую продукцию рационально вырабатывать по брусовому способу непосредственно из зоны бруса. В этом случае отходов, присущих развальному способу, можно избежать. При выработке обрезных пиломатериалов заданной длины необходимо подбирать соответствующей длины сырье.

Обрезные пиломатериалы заданной толщины, но нерегламентированной ширины и длины, как конечную продукцию, можно вырабатывать по развальному и брусовому способам. При выработке толстых пиломатериалов преимущество будет иметь брусовый, а при выработке тонких — развальный способ раскроя бревен. Обусловливается это тем, что при выработке толстых пиломатериалов из зоны бруса полностью устраняются отходы в рейку, которые компенсируют излишние отходы древесины в горбыли, а общее количество отходов, которые зависят от поставов, сокращается.

При выработке тонких обрезных пиломатериалов такого типа брусовый способ теряет преимущество перед развальным. Это происходит из-за того, что при брусовом способе неизбежно получение четырех горбылей и удвоенного количества торцовых срезков, которые не компенсируют сокращение отходов в обзольную и, частично, в сбеговые рейки. Преимущества развального способа перед брусовым особенно проявляется при раскрое тонких бревен на обрезные доски. В тонких бревнах сбеговая зона по отношению к объему всего бревна доходит до 30%. Помимо этого, ширина горбылей при распиловке тонких бревен оказывается недостаточной для выработки досок минимальных размеров по толщине и ширине, которые предусмотрены отечественными ГОСТами. Поэтому при раскрое тонких бревен

сильно ухудшаются условия использования сбеговой зоны вообще и по брусовому способу особенно.

Преимущества развального способа перед брусовым при распиловке тонкомерных бревен хорошо просматриваются на основных брусовых и развальных поставах Х. Л. Фельдмана (см. рис. 11). Геометрический выход по этим поставам одинаков и равен $2{,}69\,R^2$.

Поперечное сечение боковых досок по этим поставам вместе с припуском на усушку и пропилом составляет $0{,}2R \times 0{,}86R$.

Для бревна диаметром 16 см это составит $(0{,}2\times 8)\cdot(0{,}86\times 8)$. После исключения припусков на усушку и пропил эти доски будут иметь толщину $(16-0{,}8-3{,}2)=12$ и ширину $(68{,}8-2{,}7-3{,}2)=62{,}9$ мм, т. е. будут меньше размеров допускаемых в ГОСТе и поэтому отойдут в горбыли. В связи с выпадом боковых досок геометрический выход при распиловке бревен диаметром 16 см по брусовому и развальному поставам сократится и составит:

по брусовому поставу

$$2{,}69R^2-(0{,}2R\times 0{,}86R)\,4=2R^2;$$

по развальному поставу

$$2{,}69R^2-(0{,}2R\times 0{,}86R)\,2=2{,}345R^2.$$

Отсюда следует, что выход обрезных досок стандартных размеров из тонких бревен по брусовому поставу (против развального) составит только

$$P=\frac{2R^2\,100}{2{,}345R^2}=85\%.$$

С увеличением диаметра бревен из боковых досок брусового постава Х. Л. Фельдмана увеличивается высота сегментов и появляется возможность вписать в них обрезные доски минимальных стандартных размеров. В связи с этим сокращаются отходы в горбыли и брусовый способ раскроя бревен начинает давать больший выход обрезных досок, чем развальный. Такие же результаты могут быть получены при распиловке тонких бревен по брусовому способу, если из сегментов возможна выработка тонких и узких досок. В Японии по брусовому способу из боковых зон вырабатывают большое количество досок толщиной менее 5 мм, в связи с чем и используют этот способ для раскроя тонких бревен.

Выработка длинномерных заготовок заданных размеров по толщине, ширине и длине производится в стадии раскроя бревен на пиломатериалы и в последующей стадии раскроя полученных пиломатериалов на заготовки. Наиболее высокий показатель использования пиловочного сырья в этом случае обеспечивается путем выработки обрезных досок необходимых размеров в первой стадии процесса по брусовому способу из зоны бруса с последующим раскроем пиломатериалов на длину заготовок во

второй стадии процесса. Для уменьшения отходов по длине раскраиваемых пиломатериалов их целесообразно вырабатывать из сырья той же длины. Если длина таких пиломатериалов не регламентируется, подбора сырья по длине не требуется.

Высокий показатель использования пиловочного сырья при выработке конечной короткомерной пилопродукции заданных толщин и длин, но свободной ширины достигается, как правило, путем выработки (в стадии раскроя бревен) необрезных досок с последующей их переработкой (во второй стадии процесса) на короткомерные заготовки щитового типа. Для этого могут быть использованы необрезные доски, полученные развальным способом или доски из развальной части от брусового способа раскроя. Из необрезных досок могут вырабатываться частично также заготовки брускового типа, если они вырабатываются совместно с заготовками щитового типа.

Глава 4. ВЫРАБОТКА ПИЛОПРОДУКЦИИ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА РАЗВАЛЬНЫМ И БРУСОВО-РАЗВАЛЬНЫМ СПОСОБАМИ

§ 1. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ВЫХОД КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Степень использования пиловочного сырья и пиломатериалов зависит не только от выбора способов их раскроя на пилопродукцию заданных размеров, но и от использования для этих

Таблица 9

Расход пиломатериалов разной сортности на выработку 1 м³ заготовок (по данным Д. А. Филипова и Н. А. Попова)

Характеристика пиломатериалов	Сорт пиломатериалов	Характеристика заготовок	Расход пиломатериалов на выработку 1 м³ заготовок	Относительный процент расхода пиломатериалов
Хвойные, обрезные, сформированные по сечению заготовок	I	Мебельные	1,10	100
	II	»	1,21	110
	III	»	1,38	124
	IV	»	1,85	168
Хвойные обрезные разной ширины	I	»	1,29	100
	II	»	1,43	110
	III	»	1,57	121
	IV	»	2,10	163
Хвойные, преимущественно обрезные	I	Стройдетали	1,28	100
	II	»	1,43	117
	III	»	2,00	157
	IV	»	2,50	180

целей сырья и пиломатериалов необходимого качества. Влияние несоответствия качества пиломатериалов и заготовок наглядно иллюстрируется показателями расхода сырья (табл. 9).

Данные табл. 9 подтверждают огромную значимость выработки из бревен пиломатериалов не только заданных размеров, но и необходимого качества, так как последнее оказывает большее влияние на расход древесины, чем переработка пиломатериалов с отступлениями от необходимых размеров по ширине. Так, например, при переработке пиломатериалов I сорта (см. табл. 9), соответствующих сечению мебельных заготовок, расходуется 1,1 м³ пиломатериалов, а при переработке пиломатериалов того же сорта, но различной ширины объем увеличивается до 1,29 м³, т. е. в 1,17 раза. При выработке тех же заготовок из пиломатериалов в одном случае из I, а в других из IV сорта соответственно увеличивает их расход с 1,1 до 1,85 м³ на выработку 1 м³ заготовок, т. е. в 1,68 раза, что и определяет (наряду с важностью обеспечения выработки пиломатериалов заданных размеров) особую важность выработки пиломатериалов необходимого качества.

§ 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА, РАЗРАБОТАННЫЕ В ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ ПЕРИОД

Проблема выработки пиломатериалов необходимого качества возникла в период перехода от выборочных рубок леса к сплошным. В связи с этим ухудшилось и качество пиловочного сырья, так как в него вошло и все то, что раньше использовалось только как топливо. В этот же период повысились и требования на пиломатериалы со стороны вновь развивающихся отраслей промышленности. Последние стали давать заказы на поставку им пиломатериалов заданных размеров и высокого качества.

Поначалу для лесопильной промышленности выполнение таких заказов было не простой задачей, а целой проблемой. Первым шагом в решении этой проблемы было выяснение сортового состава пиломатериалов, получаемых из бревен различной сортности. Наиболее важные исследования в этом направлении отражены в работах Н. П. Анучина, В. М. Лозинского, М. В. Колобовой и Б. Е. Цыкина, Г. Е. Молчанова, Н. А. Попова, Г. Е. Елькина, Ю. П. Тюкиной и Ю. Р. Бокщанина. Публикации этого направления дали ценные материалы по порокам в бревнах разных пород и фактическому сортовому выходу из них пиломатериалов различного назначения, разных размеров и сортности. В табл. 10 для примера приводятся данные [52] по выходу качественных пиломатериалов в процентах от соснового сырья.

Из данных табл. 10 видно, что выход качественных пиломатериалов для определенных отраслей промышленности оказывается очень низким, особенно при выработке их из бревен

Таблица 10

Средний выход качественных пиломатериалов в процентах от соснового сырья

Диаметр бревен, см	Сорт бревен	Выход качественных пиломатериалов по сортам, % от израсходованного сырья			
		I	II	О — II	О — III
Средний диаметр 18—20 (от 14 до 24)	I	4,8	9,6	19	30
	II	2,6	5,5	14	29
	III	0,7	1,9	6,6	25
Средний диаметр 30—32 (от 26 до 36)	I	7,5	13,2	20	32
	II	3,4	6,8	14	30
	III	1,2	2,6	7,2	26
Средний диаметр 42—44 (от 38 до 50)	I	9,2	1,5	21	31
	II	4,0	7,8	14	29
	III	1,9	3,9	8	25

III сорта; при их распиловке получается большой отпад пиломатериалов, которые не отвечают требованиям потребителей по качеству древесины.

В целях уменьшения расхода сырья на такие пиломатериалы оказалась целесообразной их выработка преимущественно из сырья I сорта. В этом случае выход качественных пиломатериалов значительно возрастает по сравнению с выходом их из бревен II и III сортов. Использование для выработки качественных пиломатериалов сырья первых сортов решало эту задачу лишь частично и требовало дальнейшего изыскания путей увеличения их выхода. В результате исследований было найдено, что уменьшение отпада от качественных пиломатериалов может быть получено не только за счет сортировки бревен на сорта и использования для их выработки бревен лучшей сортности, но и за счет выработки качественных пиломатериалов из определенных зон бревен.

Для примера на рис. 26 представлен график изменений сортового выхода пиломатериалов по ГОСТ 5148 — 49 из сосновых бревен с I по III сорт по ГОСТ 1047 — 51, заимствованный из работы Н. А. Попова. Аналогичные или близкие графики даются в работах В. М. Лозинского, Ю. П. Тюкиной и Ю. Р. Бокщанина. На графике по оси абсцисс отложены в долях радиуса расстояния от центра бревен до середины толщины досок, а по оси ординат — процент выхода досок различной сортности от общего их количества на различных расстояниях от центра торца бревен. Сплошные кривые на графике показывают выход пиломатериалов по сортам (от высших к низшим) нарастающим итогом, а пунктиром обозначены усредненные значения посортного выхода пиломатериалов из бревен I, II и III сортов, которые Н. А. Попов рекомендует для использования в расчетах.

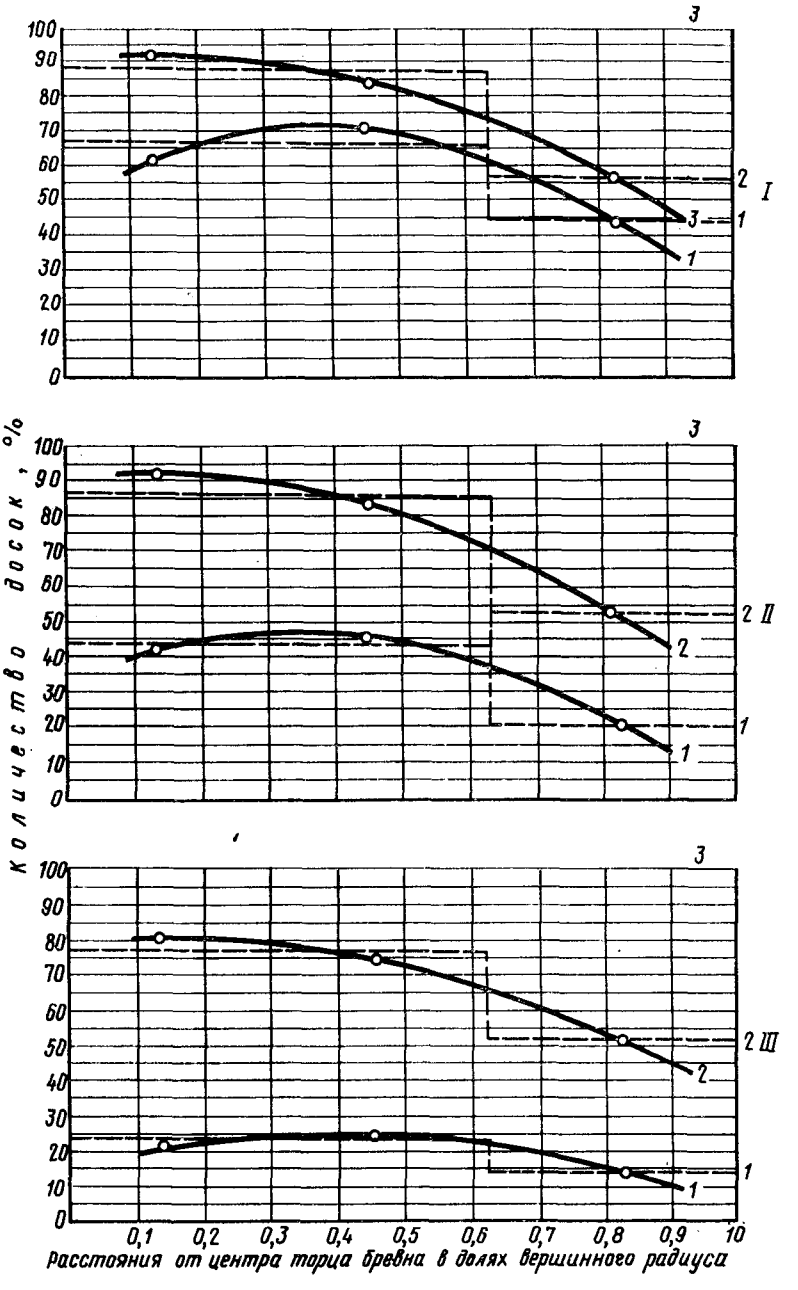


Рис. 26. Зональный посортный выход пиломатериалов по ГОСТ 5148—49 из сосновых бревен из бревен по ГОСТ 1047—51:

I, II, III — сорта бревен; *1* — бессортные доски; *2* — суммарно бессортные и IV сорт вместе; *3* — бессортные, IV сорт и отпад по ГОСТ 3008—45; сплошные линии — фактический выход; пунктирные линии — нормативные [45]

Основываясь на графиках такого типа, можно составлять постава с включением в них качественных досок только в зонах наибольшего их выхода и минимального отпада от них досок, не отвечающих по качеству древесины требованиям потребителей.

Область использования таких графиков ограничивается случаями выработки качественных пиломатериалов и отсутствия требований на пиломатериалы таких же размеров низших сортов. В этом случае экономически вполне оправдывается сортировка сырья на сорта и распиловка его по раздельным поставам с учетом требований к размерам и качеству пиломатериалов со стороны потребителей.

Другие условия возникают при использовании таких графиков при выработке пиломатериалов высших и низших сортов одним и тем же или разным потребителям. Примером таких пиломатериалов в настоящее время могут служить пиломатериалы, вырабатываемые по ТУ 13-02-04 — 67 на экспорт, которые подразделяются на сорта и поставляются одним и тем же потребителям. Сортировка сырья по качеству для выработки таких пиломатериалов не может дать экономического эффекта и приводит к дополнительным издержкам производства на сортировку бревен. Поэтому преобладающая часть лесопильных предприятий не производит сортировки сырья по качеству и распиловки его по раздельным поставам.

§ 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА

ГИПОТЕЗА ВОЗМОЖНОГО УЛУЧШЕНИЯ СОРТОВОГО СОСТАВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Аспиранты Московского лесотехнического института (МЛТИ) Г. П. Лапин, В. С. Шалаев и Л. Н. Горбачева своими исследованиями вскрыли новые возможности улучшения сортового состава пиломатериалов при раскрое бревен. Эти возможности основаны на гипотезе влияния размеров пиломатериалов, включаемых в постава; раньше сортовой выход пиломатериалов определялся без учета их размеров. В действующих ГОСТах на пиломатериалы различного назначения допускаемые пороки нормируются по признаку одинаковых прочностных свойств в каждом из сортов пиломатериалов.

Допускаемые пороки в разных сортах пиломатериалов подразделяются на две группы: пороки, нормируемые в долях их размеров, к которым в первую очередь относятся сучки, и пороки, нормируемые в абсолютных размерах независимо от размеров пиломатериалов, например смоляные кармашки, наклон волокон, крень и т. п. Нормирование пороков в долях размеров пиломатериалов приводит к тому, что в одном и том же сорте пиломатериалов разных размеров абсолютные размеры допуска-

емых пороков неодинаковы. Поэтому выделение зон в бревнах, отвечающих требованиям большего выхода качественных пиломатериалов, без учета их размеров оказывается недостаточным. Исследования показывают, что сортность пиломатериалов на 80—95% зависит от того, какое количество сучков оказалось на их поверхности. В то же время количество и размеры сучков в досках разных размеров различны. Поэтому пиломатериалы следует подразделять на размерно-качественные группы, близкие по количеству в них сучков, допускаемых ГОСТом, а для выработки их подбирать сырье соответствующего им качества. В табл. 11 приводятся размеры и количество здоровых сучков, допускаемых на кромках и пластях длинных сосновых бессортных пиломатериалов, вырабатываемых по ТУ 13-02-04—67.

Данные табл. 11 показывают различие в количествах здоровых сучков, допускаемых на кромках и пластях бессортных пиломатериалов разных размеров. Учет этих различий очень важен при выработке пиломатериалов из бревен для улучшения сортового состава готовой продукции.

Размеры и количество здоровых сучков, допускаемых на кромках бессортных пиломатериалов, значительно меньше допускаемых на пластях. В тонких пиломатериалах, на кромках допускается только два здоровых сучка размером от 8 до 14,3 мм на всю длину, а на каждые 1,5 м длины пласти досок допускается четыре здоровых сучка размером от 19 до 32 мм; сучки размером менее 19 мм не учитываются.

Количество и размеры допускаемых сучков на кромках и пластях бессортных сосновых пиломатериалов увеличиваются с увеличением толщины вырабатываемых пиломатериалов. Например, на кромках пиломатериалов толщиною 12,5 мм допускаются сучки только 8 мм, в то время как на кромках толстых пиломатериалов максимальный размер сучков доходит до 32 мм. С увеличением толщины досок возрастает и количество допускаемых сучков на всю длину кромок и размер неучитываемых сучков. На пластях тонких, средних и толстых пиломатериалов максимальный размер допускаемых сучков возрастает с изменением ширины: для тонких — 32, для средних 38 и для толстых 50 мм.

В табл. 12 приведены размеры и количество здоровых сучков, допускаемых на кромках и пластях хвойных пиломатериалов I сорта, вырабатываемых в СССР по ГОСТ 8486—66.

Табл. 12 показывает, что в досках первого сорта по ГОСТ 8486—66, так же как и по ТУ 13-02-04 — 67, для увеличения выработки пиломатериалов высших сортов необходимо их подразделять не только на сорта, но и на сорторазмерные группы, близкие по размерам и количеству допускаемых в них здоровых сучков, и подбирать сырье (бревна) с пороками, допускаемыми в этих группах пиломатериалов.

Для увеличения выхода пиломатериалов высших сортов согласно этой гипотезе необходима сортировка сырья на качествен-

Таблица 11

Размеры и количество здоровых сучков, допускаемых на кромках и пластях длинных бессортных сосновых пломатериалов по ТУ 13-02-04 — 67 *

Доски		На кромках по всей длине доски допускаемые сучки		На пластях, на каждые 1,5 м длины при ширине досок, мм			
				100—140		150—250	
				допускаемые сучки			
Название по толщине	Толщина, мм	Размер, мм	Количество, шт.	Размер, мм	Количество, шт.	Размер, мм	Количество, шт.
Тонкие	12,5	8	2	19—22 25—32	3 1	19—22 25—32	3 1
	16	10					
	19	12,7					
	22	14,3					
Средние	25	12,5—16	4	19—25 28—32	4 2	19—25 28—32	4 2
	32	17—19					
		12,5—16					
	38	19—24					
		12,5—16					
	44	19—28					
		12,5—16					
Толстые	50—100	19—34	4	25 32—38	3 3	28—38 50	4 1
		12,5—16	8				
		19—25	5				
		32	3				

* Сучки менее указанных размеров не учитываются.

ные группы и распиловка его по раздельным поставам на пиломатериалы тех размеров, которые допускают эти пороки в высших сортах. В этом случае увеличение выхода пиломатериалов высших сортов может обеспечиваться тем, что будет использоваться группа бревен с выходом на их поверхность здоровых сучков, не превышающих их размеров и количества в пиломатериалах данной сорторазмерной группы. При раскрое бревен

Таблица 12

Размеры и количество здоровых сучков, допускаемых на худшем погонном метре хвойных пиломатериалов первого сорта по ГОСТ 8486 — 66

Доски	Толщина, мм	На кромках, сучки		На пластях шириной, мм							
				100		110		130		150	
				Сучки размером, мм, в количестве, шт.							
		Размером, мм	В количестве, шт.	мм	шт.	мм	шт.	мм	шт.	мм	шт.
Тонкие	16 19 22 25 32	8 10 11 12,5 16	1,5	25	2	27	5	33	3	37	3
Толстые	40 50 60	16 17 20	2								

Продолжение

Доски	Толщина, мм	На пластях шириной, мм							
		180		200		220		250	
		Сучки размером мм, в количестве, шт.							
		мм	шт.	мм	шт.	мм	шт.	мм	шт.
Тонкие	16 19 22 25 32	45	3	50	3	55	3	63	3
Толстые	40 50 60								

без сортировки по качеству и распиловки по одному и тому же поставу добиться возможного увеличения выхода высокосортных пиломатериалов не представляется реальным.

Гипотеза возможного увеличения выхода пиломатериалов высших сортов при раскрое бревен за счет сортировки по качеству и распиловки их по раздельным поставам не исключает других направлений решения этой задачи. Аспирантом МЛТИ В. В. Кислым под руководством доцента Ю. П. Тюкиной для оценки качества древесины в заготовках, пиломатериалах и бревнах была принята единая шкала классов качества древесины. В отличие от принятых методов нормирования допускаемых пороков для заготовок (в долях их размеров) в этих работах

допускаемые пороки нормируются в абсолютных размерах для каждого класса качества, с указанием количества пороков на поверхности эталонной заготовки. Основываясь на такой шкале, исследователи дали оценку качества древесины в пиломатериалах и в зонах бревен по проценту выхода из них заготовок различных классов качества. Однако этот метод еще нуждается в уточнении и требует для отработки длительного времени, а также пересмотра всей системы стандартизации пиловочного сырья, пиломатериалов и заготовок. Данный метод приводится в связи с перспективностью его использования для уменьшения расхода древесины в процессах раскроя бревен на пиломатериалы и последних на заготовки.

КРИТЕРИЙ ЦЕННОСТНОГО ВЫХОДА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ЦЕННОСТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

На этапах формирования теории раскроя бревен без учета их качественных особенностей за критерии рациональности поставов принимали проценты объемного и теоретического выхода пиломатериалов. В этих критериях не учтена сортовая структура вырабатываемых пиломатериалов и нет необходимого стимула для улучшения их сортового состава, несмотря на то, что улучшение сортности досок оказывает сильное влияние на экономические показатели работы предприятия. Это обстоятельство приводит к необходимости перехода к новому критерию — критерию оценки рациональности поставов по ценностному выходу продукции, получаемой в процессах раскроя бревен. Использование этого критерия позволяет составлять постава, которые отвечают требованиям получения наибольшей стоимости всей совокупности продукции, выработанной по этим поставам, включая пиломатериалы разной сортности, технологическую щепу и другие малоценные отходы, если они используются и имеют прейскурантную цену. В этом случае общий ценностный выход продукции, получаемой по поставам, может быть определен по формуле

$$P_{\text{цен}} = P_1K_1 + P_2K_2 + P_3K_3 + \ldots + P_nK_n, \qquad (63)$$

где $P_{\text{цен}}$ — суммарный процент ценностного выхода всей продукции, получаемой по поставу;

$P_1, P_2, P_3, \ldots, P_n$ — процент объемного выхода досок по поставу различных размеров и качества, а также отходов, имеющих цену;

$K_1, K_2, K_3, \ldots, K_n$ — ценностные коэффициенты отдельных видов продукции.

В табл. 13 приводятся для примера ценностные коэффициенты на экспортные сосновые пиломатериалы по ТУ 13-02-04 — 67 для первого пояса цен по действующему прейскуранту цен 07-04 (ГИЗ, М, 1967).

Таблица 13

Ценностные коэффициенты на сосновые пиломатериалы длиной 2,7 м и больше по ТУ 13-02-04 — 67 (I пояс)

Сорт пиломатериалов	Ширина, мм	Цена за 1 м³, руб. / ценностный коэффициент при толщине, мм						
		13	16	19	22	25—38	44	50—100
Бессортные с учетом 5% дилен, длиной 1,5—2,4 м	75	87,5 / 1,07	87,5 / 1,07	87,5 / 1,07	87,5 / 1,07	87,5 / 1,07	— / —	— / —
	До 110	93,2 / 1,14	85,2 / 1,04	81,7 / 1,00	77,0 / 0,94	71,6 / 0,88	66,2 / 0,81	64,9 / 0,79
	125—140	100,6 / 1,23	91,9 / 1,12	91,9 / 1,12	81,7 / 1,00	74,9 / 0,92	67,6 / 0,83	66,2 / 0,81
	150—160	108,1 / 1,32	98,7 / 1,21	95,3 / 1,17	85,8 / 1,05	78,4 / 0,96	69,6 / 0,85	68,3 / 0,83
	175	115,5 / 1,41	105,4 / 1,29	102,0 / 1,25	91,9 / 1,12	81,7 / 1,00	73,0 / 0,89	71,6 / 0,88
	200	123,0 / 1,50	112,1 / 1,37	105,4 / 1,29	93,2 / 1,14	85,2 / 1,04	79,8 / 0,98	78,4 / 0,96
	225	144,6 / 1,77	131,7 / 1,61	121,5 / 1,49	108,1 / 1,32	91,9 / 1,12	85,2 / 1,04	85,2 / 1,04
	250 и шире	147,3 / 1,80	133,8 / 1,64	123,7 / 1,51	110,7 / 1,35	93,8 / 1,15	87,1 / 1,06	87,1 / 1,06
IV с учетом 5% дилен длиной 1,5—2,4 м	75				57,1 / 0,70			
	До 110				54,1 / 0,66			
	125—140				55,5 / 0,68			
	150 и больше				56,7 / 0,69			
V с учетом 25% дилен длиной 1,5—2,4 м	75				40,8 / 0,50			
	До 110				38,7 / 0,47			
	125—140				40,7 / 0,50			
	150 и шире				41,9 / 0,51			

В табл. 13 цена бессортных длинных досок толщиной 22 мм шириною 90—110 мм принята за единицу и по отношению к ней рассчитаны ценностные коэффициенты для досок других размеров сортности. Для пиломатериалов по ТУ 13-02-04 — 67 цены за кубический метр пиломатериалов, в зависимости от размеров и сортности, колеблются от 38,7 до 147,3 руб., т. е. находятся в отношении 1 : 3,80. Низкие цены относятся к пиломатериалам IV и V сортов всех толщин, а высокие — к бессортным, тонким и широким доскам. Большая разница в прейскурантных ценах на пиломатериалы этой группы подчеркивает особую их значимость для увеличения стоимости продукции, получаемой по каждому поставу. Стоимость полученной продукции из каждого кубического метра сырья по планируемым поставам может быть определена по формуле

$$C_{\text{пост}} = \frac{P_{\text{цен}} C_{\text{баз}}}{100}, \qquad (64)$$

где $C_{\text{пост}}$ — стоимость пилопродукции, получаемой из одного кубического метра сырья, руб.;

$P_{\text{цен}}$ — процент ценностного выхода продукции по поставу;

$C_{\text{баз}}$ — прейскурантная цена 1 м³ пиломатериалов с ценностным коэффициентом, равным единице (базовая цена).

Переход к оценке рациональности поставов по ценностному выходу приводит к необходимости пересмотра вывода теории раскроя бревен на пиломатериалы о предельных толщинах досок. Предельные толщины досок в развальной части поставов ограничивали отходы древесины в обзольную рейку и увеличивали объемный выход пиломатериалов. При переходе к оценке рациональности поставов по критерию ценностного выхода во многих случаях оказывается возможным снижение объемного выхода при условии получения при этом большего ценностного выхода, превышающего потери от снижения объемного выхода.

Увеличение ценностного выхода при снижении объемного в данном случае может происходить при распиловке сильносучковатых бревен за счет включения в постава вместо тонких более толстых досок, которые улучшают сортовой состав пиломатериалов.

Особое значение увеличение толщины досок имеет для боковых зон развального и брусового способов раскроя бревен. В этих способах, по теории раскроя бревен на пиломатериалы заданных размеров, для увеличения их объемного выхода рекомендуется включать в поставы тонкие доски, толщина которых не выше предельных толщин. Соблюдение этого требования при распиловке сучковатых бревен с выходом сучков большого размера на пласти и кромки досок приводит к переходу тонких досок в низшие сорта и снижает общий ценностный выход продук-

ции. Поэтому увеличение толщины боковых досок в поставах при распиловке бревен, которые имеют на поверхности сучки больших размеров, снижает объемный выход, но улучшает сортность пиломатериалов. Если увеличение ценностного выхода пиломатериалов за счет выработки в боковых зонах более толстых досок перекрывает потери от снижения объемного выхода, то оно экономически выгодно.

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ ВОЗМОЖНОГО УЛУЧШЕНИЯ СОРТОВОГО СОСТАВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ СОРТИРОВКИ СЫРЬЯ ПО КАЧЕСТВУ И РАСПИЛОВКИ ЕГО ПО РАЗДЕЛЬНЫМ ПОСТАВАМ (ИГАРСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ)

Проверка гипотезы возможного улучшения сортового состава пиломатериалов за счет сортировки пиловочного сырья на качественные группы по максимальным размерам сучков, выходящих на их поверхность, и распиловки бревен по раздельным поставам на пиломатериалы различных сорторазмерных групп была выполнена аспирантом МЛТИ Г. П. Лапиным на Игарском лесопильно-перевалочном комбинате в 1969—1972 гг. Для опытов были подобраны бревна диаметром 16, 20, 24, 30, 34, 42 см. По выходу сучков на поверхность бревен они были разделены на пять групп:

Первая (I) — бревна с сучками	размером, мм, до	15
Вторая (II) —	»	25
Третья (III) —	»	35
Четвертая (IV) —	»	50
Пятая (V) —	»	55

Все остальные пороки допускались в соответствии с ГОСТ 8486—66. Бревна всех качественных групп распиливались одинаковыми поставами в двух вариантах, которые включали разные сорторазмерные группы пиломатериалов. Игарский эксперимент полностью подтвердил возможность существенного улучшения сортового состава и увеличения ценностного выхода пиломатериалов за счет сортировки сырья на качественные группы и распиловки его по раздельным поставам на соответствующие им сорторазмерные группы пиломатериалов по бревнам всех диаметров.

Для примера в табл. 14 и табл. 15 приводятся показатели общего сортового и ценностного выхода пиломатериалов, полученных из бревен диаметром 16 и 34 см во время опытов.

Табл. 14 и 15 показывают снижение общего выхода пиломатериалов, которые отвечают требованиям ТУ 13-04-02 — 67 по поставу № 2 против постава № 1 из бревен диаметром 16 см из первой и второй качественных групп, а из бревен диаметром 34 см — во всех качественных группах сырья.

Снижение общего выхода пиломатериалов из бревен диаметром 16 см из первой и второй качественных групп объясняется увеличением толщины боковых досок до 22 мм (по поставу № 2) вместо досок толщиной 19 мм (по поставу № 1). Увеличение

толщины боковых досок по поставу № 2 в данном случае привело к увеличению отходов в рейки и снижению общего выхода пиломатериалов. По бревнам этого размера из третьей и пятой качественных групп общий выход экспортных пиломатериалов (по поставу № 2 против постава № 1) при тех же толщинах боковых досок не снизился, а увеличился. Объясняется это тем, что пиломатериалы толщиной 19 мм (по поставу № 1), полученные из бревен с большими сучками на поверхности, которые не отвечали требованиям ТУ 13-02-04 — 67, были отбракованы или перешли в низшие сорта.

Таблица 14

Показатели общего, сортового и ценностного выхода пиломатериалов по ТУ 13-02-04 — 67, полученные во время эксперимента из бревен диаметром 16 см при распиловке их по поставам:

№ 1 $\frac{19\text{-}19\text{-}100\text{-}19\text{-}19}{19\text{-}19\text{-}38\text{-}38\text{-}19\text{-}19}$; № 2 $\frac{22\text{-}22\text{-}100\text{-}22\text{-}22}{22\text{-}22\text{-}50\text{-}50\text{-}22\text{-}22}$

Качественные группы бревен с сучками размером, мм	Общий выход пиломатериалов, % от сырья по поставам		Разница в общем выходе пиломатериалов по поставу № 2 по сравнению с поставом № 1		Выход бессортных пиломатериалов, % от сырья, по поставам		Разница в выходе бессортных пиломатериалов по поставу № 2 против постава № 1 ±	Стоимость пиломатериалов, полученных из 1 м³ сырья, руб., по поставам		Разница в стоимости пиломатериалов, полученных по поставу № 2, по сравнению с поставом № 1 ± руб.
	№ 1	№ 2	+	—	№ 1	№ 2		№ 1	№ 2	
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10
I — до 15	54,3	53,0		—0,7	41,7	44,6	+2,9	47,0	43,50	—3,52
II — » 25	53,9	52,0		—1,9	32,9	41,6	+8,7	42,24	39,46	—2,78
III — » 35	50,2	52,2	+2,0		28,8	43,2	+14,4	35,09	40,14	+5,05
IV — » 50	48,3	51,7	+3,4		13,0	39,8	+26,8	29,27	38,72	+9,45
V — более 50	46,4	51,6	+5,2		6,5	22,3	+15,8	26,40	35,91	+9,51

Увеличение толщины боковых досок до 22 мм (по поставу № 2), допускающих на кромках досок сучки больших размеров, привело к увеличению общего (по всему поставу) выхода экспортных пиломатериалов. Влияние толщины боковых досок на общий выход экспортных пиломатериалов особенно заметно проявилось на партиях бревен диаметром 34 см. По поставу № 1 в боковой зоне вырабатывались доски толщиной 19 мм, а по поставу № 2 — преимущественно толщиной 32 мм. Более толстые

Таблица 15

Показатели общего сортового и ценностного выхода сосновых пиломатериалов по ТУ 13-02-04 — 67, полученные во время эксперимента из бревен диаметром 34 см при распиловке по поставам

Качественные группы бревен с сучками размером, мм	Постава: № 1 (19-19-19-225-19-19-19 / 19-19-19-38-38-50-38-38-19-19-19)			Постава: № 2 (32-32-200-32-32 / 25-32-75-75-75-32-25)					
	Общий выход пиломатериалов, % от сырья по поставам №		Разница в общем выходе пиломатериалов по поставу № 2 против поставa № 1, ±	Выход бессортных пиломатериалов, % от сырья по поставам №		Разница в выходе бессортных пиломатериалов по поставу № 2 против поставa № 1, ±	Стоимость пиломатериалов, полученных из 1 м³ сырья, руб. по поставам №		Разница в стоимости пиломатериалов, полученных по поставу № 2, по сравнению с поставом № 1, руб., ±
	1	2		1	2		1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I — до 15	62,2	56,2	—6,0	43,6	44,9	+1,3	62,76	50,63	—12,13
II — » 25	60,5	56,4	—4,1	29,8	42,3	+12,5	51,78	47,35	—4,43
III — » 35	60,2	53,9	—6,6	21,6	39,0	+17,4	47,04	44,19	—2,85
IV — » 50	58,2	56,1	—2,1	9,8	26,0	+16,2	38,41	44,09	+5,68
V — более 50	55,8	55,4	—1,4	0	18,8	+18,8	31,35	41,0	+10,25

доски по поставу № 2 привели к увеличению отходов в рейки при обрезке досок и к снижению общего выхода экспортных пиломатериалов, что имело особое значение для бревен первой, второй и третьей и незначительное — для бревен четвертой и пятой качественных групп.

Уменьшение разницы в общем объемном выходе по поставу № 2 с ухудшением качества сырья в данном случае произошло из-за уменьшения отпада от экспортных пиломатериалов за счет увеличения их толщины и размеров допускаемых в них пороков.

Уменьшение общего выхода пиломатериалов по ТУ 13-02-04 — 67 за счет выработки более толстых досок может быть допущено при условии существенного улучшения при этом сортового их состава и ценностного выхода. Показатели выхода бессортных пиломатериалов по этим поставам из бревен диаметром 16 и 34 см приведены в табл. 14 и табл. 15 (графы 5, 6 и 7). В опытных распиловках выявлено увеличение выхода бессортных пиломатериалов по поставам № 2 по сравнению с поставами

№ 1 для бревен диаметром 16 и 34 см, особенно значительное для бревен низкого качества (третьей, четвертой и пятой качественных групп). Относительные показатели увеличения выхода бессортных пиломатериалов по поставам № 2 по сравнению с поставами № 1 приведены в табл. 16.

Таблица 16

Относительное увеличение выхода бессортных сосновых досок по ТУ 13-02-04 — 67 по поставу № 2 к выходу по поставу № 1

Диаметр бревен, см	Относительный выход бессортных досок по поставу № 2 по отношению к выходу их по поставу № 1, принятому за 100%, *по качественным группам бревен*				
	I	II	III	IV	V
16	106,9	126,1	150,0	306,0	343,0
34	100,6	141,9	180,5	265,3	$\frac{18,8}{0}$

Из данных табл. 16 видно, что увеличение толщин досок оказывает небольшое влияние на изменение сортового состава пиломатериалов при выработке их из качественного сырья и очень сильное — при выработке их из сырья низких качественных групп. Таким образом, игарский эксперимент подтвердил гипотезу возможности улучшения сортового состава вырабатываемых пиломатериалов за счет сортировки сырья по качеству и распиловке его по раздельным поставам на доски сорторазмерных групп, отвечающих качеству этого сырья.

Стремясь к улучшению сортового состава пиломатериалов за счет включения в боковой и центральной части поставов при распиловке сучковатых бревен на более толстые доски, нельзя забывать о возможном уменьшении при этом общего выхода и снижения в связи с этим стоимости получаемых пиломатериалов из каждого кубического метра сырья.

Стоимость пиломатериалов (см. табл. 14 и 15), полученных по поставам № 2 из бревен диаметром 16 и 34 см, оказалась более низкой, чем по поставам № 1, полученным из бревен диаметром 16 см первых двух качественных групп сырья, а для бревен диаметром 34 см — первых трех качественных групп сырья. Разница в стоимости пиломатериалов по поставу № 2 против постава № 1 значительна и колеблется от 2,78 до 12,13 руб. на 1 м³ распиленного сырья. При распиловке бревен этих размеров других групп качества сырья преимущество по стоимости пиломатериалов было у постава № 2 по сравнению с поставом № 1. Разница в стоимости пиломатериалов также оказалась значительной и составила 5,05—10,24 руб. в пересчете на 1 м³ распиленного сырья. Для увеличения стоимости выра-

батываемых пиломатериалов необходимо бревна первых двух качественных групп диаметром 16 см (табл. 14) и бревна первых трех качественных групп диаметром 34 см (табл. 15) пилить по поставу № 1, а бревна остальных групп — по поставу № 2. Аналогичные результаты получены во время опытных работ при распиловке бревен других размеров.

Основываясь на результатах опытных работ, работники Игарского комбината (ЛПК) в августе 1972 г. все сырье, подлежащее распиловке, сортировали по качеству на две группы и пилили по раздельным поставам. В течение месяца было распилено примерно 60 тыс. м³ сырья. Общий выход пиломатериалов за этот месяц составил 52,8% против 50,4% в 1971 г., а выход бессортных пиломатериалов увеличился до 17,2 против 12,5% в 1971 г., т. е. в среднем в 1,45 раза. Такая широкая проверка в производственных масштабах подтвердила большую возможность увеличения выхода бессортных пиломатериалов за счет сортировки сырья по качеству и распиловки его по раздельным поставам.

Необходимо заметить, что игарский эксперимент с сортировкой сырья по качеству на две группы характеризует лишь ее экономическую эффективность, но не устанавливает ни необходимой дробности сортировки сырья, ни оптимальных поставов, отвечающих критерию наибольшего ценностного выхода пиломатериалов. Этот производственный опыт лишь подтвердил эффективность сортировки сырья по качеству и раздельной его распиловки и возможности дальнейшего улучшения использования пиловочного сырья.

ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЦЕННОСТНОГО ВЫХОДА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ ОРИЕНТАЦИИ БРЕВЕН ПРИ РАСПИЛОВКЕ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ СУЧКОВ НА ИХ ПОВЕРХНОСТИ

На улучшение сортового и ценностного выхода пиломатериалов влияет не только сортировка сырья по качеству и раскрой его по раздельным поставам, но и ориентация бревен по сучкам во время их распиловки. Исследования (1973 г.) соснового пиловочного сырья Л. Н. Горбачевой и елового сырья В. С. Шалаевым в Щелковском учебно-опытном лесхозе МЛТИ показали большую неравномерность распределения сучков на поверхностях бревен. Этими исследованиями установлено, что сучки концентрируются преимущественно на поверхностях одной или двух четвертин бревен. Это объясняется условиями роста лесных насаждений и более сильным развитием ветвей в сторону наибольшего светового потока. В табл. 17 приведены данные по распределению сучков на поверхностях четвертин сосновых бревен, а в табл. 18 на поверхностях еловых бревен. У сосновых бревен малой сучковатости на одну из поверхностей четвертин падает от 54 до 78,6, а у еловых — от 43 до 53,5% от всех сучков, выходящих на боковую поверхность бревен. Концентрация сучков

на поверхности одной четвертины несколько уменьшается с увеличением сучковатости, но остается весьма значительной даже для самых сучковатых бревен. У сосновых бревен сучковатость доходит до 43,7, а у еловых до 35—40,6%. Для исследований были подобраны группы бревен по размерам максимального сучка, выходящего на поверхность. С увеличением максимального размера сучков увеличивается и количество сучков, выходящих на поверхность бревен. С увеличением диаметра бревен концентрация сучков на поверхности отдельных четвертин также возрастает.

Таблица 17

Распределение сучков на боковой поверхности сосновых бревен (% от всех сучков диаметром 10 мм и больше)

Бревна группы качества с сучками размером, мм	Диаметр бревен, см	Средний процент сучков на поверхности четвертины бревна				Концентрация сучков в группе бревен	
		1-й	2-й	3-й	4-й	максимальная	минимальная
I — более 25	20	54,0	20,6	11,1	14,3	54,0	11,1
	24	58,8	11,8	11,8	17,6	58,8	11,8
	28	76,9	15,4	0	7,7	76,9	0
	32	78,6	21,4	0	0	78,6	0
II — не более 40	20	44,3	22,9	18,1	14,7	44,3	14,7
	24	55,7	12,4	16,5	15,4	55,7	12,4
	28	57,2	14,8	17,3	11,3	57,2	11,3
	32	52,5	18	9,8	19,7	52,5	9,8
III — не более 55	20	32,6	29,6	14,3	23,5	32,6	14,3
	24	38,8	18,9	22,6	19,7	38,8	18,9
	28	40,8	20,2	21,0	18,0	40,8	18,0
	32	42,3	23,9	18,0	15,8	42,3	15,8
IV — более 55	20	40,0	19,6	23,8	16,6	40,0	16,6
	24	42,6	20,2	20,4	16,8	42,6	20,2
	28	33,6	21,5	20,5	24,4	33,6	20,5
	32	43,7	20,0	22,0	14,3	43,7	14,3

Местоположение сучков максимальных размеров по преимуществу совпадает с местами их концентрации. Концентрация сучков на поверхности отдельных четвертин может быть использована в процессах распиловки бревен для улучшения сортового и ценностного выхода пиломатериалов.

На хвойные пиломатериалы имеются ГОСТ 8486—66 и ТУ 13-02-04 — 67, где указаны размеры и количество сучков, допускаемых на пластях и кромках досок (см. табл. 11, 12). Они

Таблица 18

Распределение сучков на боковой поверхности еловых бревен (% от всех сучков диаметром от 10 мм и больше)

Бревна группы качества с сучками размером, мм	Диаметр бревен, см	Средний процент сучков на поверхности каждой четвертины бревна				Концентрация сучков	
		1-й	2-й	3-й	4-й	максимальная	минимальная
I — не более 25	16	43,0	18,9	21,3	16,8	43,0	16,8
	20	46,5	18,7	15,6	19,2	46,5	15,6
	24	53,5	16,3	11,4	18,8	53,5	11,4
II — не более 30	16	42,8	21,5	17,8	17,9	42,8	17,8
	20	46,2	16,4	15,9	22,5	45,2	15,9
	24	45,6	11,4	18,2	24,3	45,6	11,4
III — не более 40	16	36,3	17,4	21,0	25,3	36,3	17,4
	20	39,3	21,8	15,4	23,5	39,3	15,4
	24	40,6	17,6	23,4	18,4	40,6	17,6
IV — более 40	16	35,0	21,6	21,8	21,6	35,0	21,6
	20	35,2	22,7	20,2	21,9	35,2	20,2
	24	36,9	23,1	18,0	22,0	36,9	18

различны: в меньшем количестве и более мелкие сучки допускаются на кромках, в большом количестве и крупнее сучки допускаются на пластях досок. Эта особенность технических требований к пиломатериалам позволяет развертывать бревна (при распиловке) по концентрации сучков на поверхностях их отдельных четвертин в положение, при котором сучки, выходящие на поверхность в наибольшем количестве и крупных размеров, попадали бы не на кромку, а на пласти досок.

Для использования этого признака (концентрации сучков на поверхности той или иной четвертины бревна) в целях улучшения сортового состава пиломатериалов, было исследовано взаимоположение четвертин, на поверхности которых выходит наибольшее количество сучков. Результаты этих исследований по сосновым бревнам приведены в табл. 19 и по еловым — в табл. 20.

Установлено пять типов взаиморасположения четвертин по концентрации сучков на поверхности бревен. К I типу отнесены бревна с максимальной концентрацией сучков на поверхности одной четвертины, ко II — бревна с максимальной концентрацией сучков на поверхностях двух противоположных четвертин, к III — бревна с максимальной концентрацией сучков на поверхностях двух смежных четвертин, к IV — бревна с концентрацией сучков на поверхностях трех четвертин и к V типу —

Таблица 19

Типы взаиморасположения четвертин по концентрации сучков на поверхности сосновых бревен

Диаметр бревен, см	Типы концентрации сучков на бревне, %					Итого
	I — на поверхности одной четвертины	II — на поверхности противоположных четвертин	III — на поверхности двух смежных четвертин	IV — на поверхности трех четвертин	V — на поверхности четырех четвертин	
20	17,5	52,5	27,5	2,5	0,0	100
24	47,2	30,6	16,7	5,5	0,0	100
28	52,7	31,6	15,7	0,0	0,0	100
32	59,0	25,7	10,2	0,0	5,1	100
Среднее	44,1	35,1	17,5	2,0	1,3	100

бревна с равномерным распределением сучков на поверхностях всех четвертин бревна.

Для улучшения сортового и ценностного выходов пиломатериалов за счет ориентации бревен при распиловке по сучкам наиболее благоприятны I и II типы концентрации сучков на поверхностях четвертин. Бревна такого типа при распиловке могут быть развернуты вокруг продольной оси в положение, при котором сучки максимальных размеров и в наибольшем количестве

Таблица 20

Типы взаиморасположения четвертин по концентрации сучков на поверхности еловых бревен

Диаметр бревен, см	Типы концентрации сучков на бревне, %					Итого
	I— на поверхности одной четвертины	II— на поверхности двух противоположных четвертин	III— на поверхности двух смежных четвертин	IV— на поверхности трех четвертин	V— на поверхности четырех четвертин	
16	39,1	30,4	17,4	10,9	2,2	100
20	57,2	14,3	16,3	10,2	2,0	100
24	62,5	37,5	0,0	0,0	0,0	100
Среднее	50,5	24,3	14,4	9,0	1,8	100

попадут на пласти, а сучки небольших размеров и в меньшем количестве — на кромки досок. Бревна такого типа составляют 70—80% от всего их количества. По возможному улучшению сортового состава пиломатериалов за счет ориентации бревен по сучкам Г. П. Лапиным проведены разведочные опыты; было распилено сырье, относящееся к IV и V группам качества, диаметром 16 см и 34 см при ориентации бревен по сучкам. Полученный выход бессортных досок можно сопоставить с их выходом по таким же поставам при распиловке бревен этих качественных групп без ориентации по сучкам (табл. 21).

Таблица 21

Показатели выхода бессортных досок по ТУ 13-02-04—67 при распиловке бревен без ориентации и с ориентацией по сучкам

Качественные группы бревен	Диаметр бревен, см	Постава	Выход бессортных досок при распиловке бревен, % от сырья			Относительное увеличение выхода бессортных досок при распиловке бревен с ориентацией, %
			без ориентации		с ориентацией по двум группам вместе	
			раздельно по группам качества бревен	среднее		
IV	16	19-19-100-19-19 / 19-19-38-38-19-19	13	9,75	17,9	183
V	16		6,5			
IV	42	42-32-32-275-32-32 / 32-32-75-100-75-32-32	15,95	13,63	28,5	209
V	42		11,30			

Опыт Г. П. Лапина подтверждает возможность увеличения выхода бессортных досок при распиловке бревен с ориентацией по сучкам примерно в 1,8—2 раза по сравнению с их выходом при распиловке бревен без ориентации по сучкам. Следовательно, распиловка бревен с ориентацией по сучкам имеет существенное значение для дальнейшего увеличения ценностного выхода пиломатериалов. Окончательный уровень возможного улучшения сортового и ценностного выхода за счет ориентации бревен по сучкам при их распиловке требует расширенных исследований и установления влияния на них общего количества бревен с благоприятной концентрацией сучков на их поверхности. Однако это не исключает возможности использования ориентации бревен по сучкам в условиях производства, так как влияние ее на улучшение сортового и ценностного выхода пиломатериалов очевидно.

При ориентации бревен по сучкам нельзя забывать и другие пороки, в частности метиковые трещины. Ориентация бревен при распиловке по положению метиковой трещины оказывает большее влияние на сортовой выход пиломатериалов, чем ориентация по сучкам.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ БРУСА НА СОРТОВОЙ СОСТАВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В теории выработки обрезных пиломатериалов заданных размеров без учета их качества высоту бруса рекомендовалось принимать в пределах от 0,6 до 0,8 диаметра бревен. При составлении поставов на распиловку бревен с учетом их качества этот вывод требует пересмотра, так как высота бруса влияет на выход пиломатериалов высших сортов. По действующим ГОСТам размер допускаемых сучков в пиломатериалах зависит от их ширины: чем больше ширина пиломатериалов, тем больше размер сучков, допускаемых по одному и тому же сорту. Так, например, при распиловке бревен с брусовкой и высотой бруса в 0,8 диаметра бревна стандартная ширина обрезных пиломатериалов из бревен диаметром 24 см составит 180 мм, а размер максимального сучка, допускаемого на пласти пиломатериалов I сорта по ГОСТ 8486—66, составляет 45 мм. При распиловке бревен этого же размера на брус высотой 0,6 диаметра бревна будут получаться доски шириной 130 мм, а сучок максимальных размеров на пласти этих пиломатериалов в I сорте допускается не более 32 мм. Поэтому при распиловке бревен данного размера на брус высотой 0,8 диаметра бревна и выходе на пласти досок не более трех сучков размером до 45 мм на погонный метр, они будут относиться к I сорту. При распиловке этих же бревен на брус высотой в 0,6 диаметра бревна при тех же размерах сучков эти доски перейдут во второй сорт. Учитывая это, для увеличения выхода пиломатериалов высших сортов высоту бруса в поставах по развально-брусовому способу следует принимать ближе к верхней его границе, т. е. к 0,8 диаметра бревен.

Однако увеличение бруса до 0,8 диаметра бревен в отдельных случаях может привести не к повышению, а к понижению выхода пиломатериалов высших сортов. Последнее может вызываться увеличением размеров сучков, выходящих на кромки досок. Известно, что размеры сучков, выходящих на поверхность бревен, уменьшаются с приближением к продольной оси. Поэтому большая высота бруса может привести к увеличению размеров сучков, выходящих на их кромки и к снижению сортности пиломатериалов. Ухудшение сортового состава пиломатериалов из-за увеличения размеров сучков, выходящих на кромки досок, может иметь место при раскрое сильносучковатых бревен.

При распиловке таких бревен лучший сортовой выход пиломатериалов может быть получен из бруса высотой в 0,6 диаметра.

Другая зависимость отмечается при распиловке бревен небольшой сучковатости на поверхности, но имеющих внутри зону заросших сучков. В этом случае увеличение высоты бруса до 0,8 диаметра бревен приводит к формированию кромок в зоне с малым количеством сучков, а также к улучшению сортового состава получаемых пиломатериалов. Проведенные опыты по выявлению влияния высоты бруса на сортовой выход пиломатериалов пока носят экспериментальный характер и нуждается в дальнейших уточнениях.

МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНЫХ РАБОТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОРМАТИВНОГО СОРТОВОГО ВЫХОДА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ИЗ БРЕВЕН РАЗНОГО КАЧЕСТВА

Действующие нормативы посортного выхода пиломатериалов разного назначения установлены применительно к сортам пиловочного сырья, распиливаемого по одним и тем же поставам, без учета размеров и ценностного выхода пиломатериалов, а также качественных особенностей сырья, характерных для климатических, почвенных и других условий произрастания лесов и заготовки древесины. Для улучшения сортового состава пиломатериалов и составления поставов, которые отвечали бы критерию наибольшего ценностного их выхода, необходимо накопить соответствующие экспериментальные данные и на основе такого материала разработать нормативы посортного ценностного выхода пиломатериалов разных размеров применительно к сырью конкретных географических районов. Вследствие этого для улучшения использования сырья особое значение приобретает проведение опытных работ на всех лесозаводах. При этом необходимо учитывать наиболее значимые факторы, влияющие на улучшение сортового и ценностного выхода пиломатериалов.

На рис. 27 представлена примерная схема подбора и распиловки бревен для опытных работ с включением наиболее существенных факторов, влияющих на сортовой состав пиломатериалов. Это диаметр бревен, группы бревен по максимальным размерам сучков, выходящих на их поверхность, группы бревен по типам концентрации сучков на поверхности четвертин, группы бревен для распиловки их с разной высотой бруса. В схеме предусмотрена дифференциация сырья на пять групп по основному пороку пиломатериалов — сучкам, выходящим на поверхность.

I группа — бревна с сучками, мм, не более 15
II » — » » » » » » 25
III » — » » » » » » 35
IV » — » » » » » » 50
V » — » » » » более 50

Рекомендуемая дифференциация опытных партий бревен по сучкам необходима для нахождения экономически выгодных границ между максимальными размерами сучков для объединения их в производственные сортовые группы. Имеющийся опыт

позволяет сделать предварительный вывод о целесообразности производственной сортировки сосновых бревен по сучкам, примерно на три, а еловых — на две группы.

В схеме подбора бревен прочие пороки (гниль, трещины, синева, червоточина и т. д.) не выделены в самостоятельные признаки. На первом этапе выполнения опытных работ они могут быть приняты в нормах, установленных для отдельных сортов пиловочного сырья по действующим ГОСТам: для I и II групп по размеру максимального сучка — в нормах первого сорта на пиловочное сырье; для III группы — в нормах второго сорта; для IV — в нормах третьего сорта; для V — в нормах четвертого

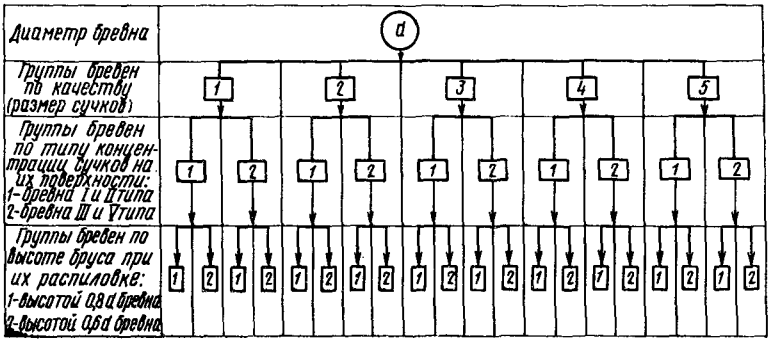


Рис. 27. Схема подбора партий бревен для опытных распиловок

сорта. Это допущение не исключает выделения этих пороков в самостоятельные признаки в схеме подбора сырья для опытов, если во время опытов выявится их сильное влияние на сортовой состав пиломатериалов.

Для получения нормативных данных по сортовому выходу пиломатериалов на первой стадии целесообразно подбирать бревна через 4 см. В этом случае нормативы для промежуточных размеров бревен могут быть получены в виде средних значений от нормативов по опытным партиям бревен. Однако и при таком методе подбора опытных партий бревен при поступлении на завод сырья от 14 до 40 см потребуется провести опыты по бревнам семи диаметров и по бревнам каждого размера подобрать 20 партий, а для семи размеров — 140 партий бревен.

По опытным данным ЦНИИМОДа, для получения достоверных результатов каждая опытная партия бревен должна состоять из 25 бревен, а всего во время опытных работ должно быть подобрано и распилено по схеме 3500 бревен.

Такой объем опытных работ потребует длительного времени и может быть выполнен по этапам; сначала по наиболее значимым факторам из схемы, затем — по остальным факторам, которые влияют на улучшение сортового и ценностного выхода пи-

ломатериалов. На первом этапе можно ограничиться подбором бревен по размерам не более пяти групп, имеющих наибольший удельный вес в составе сырья, поступающего на предприятие, и пяти групп по сучкам максимальных размеров, выходящим на их поверхность. Подбор и распиловку опытных партий бревен по остальным признакам, указанным в схеме, можно выполнять на втором этапе, начиная с выяснения влияния исследуемого фактора на сортовой состав пиломатериалов, по бревнам одного диаметра и только после этого переходить к опытным работам по бревнам других размеров. При таком подходе к проведению опытных работ на первом этапе всего должно быть подобрано 625 бревен.

Проведение опытных работ по этапам оправдывается более быстрым получением нормативных данных сортового выхода пиломатериалов и возможностью использования их в практической работе. По мере выполнения опытных работ на следующих этапах полученные данные должны использоваться практикой и способствовать дальнейшему улучшению сортового и ценностного выходов вырабатываемых пиломатериалов.

Подбор групп бревен для опытов является лишь подготовительным этапом. Главная же цель опытных работ — получение нормативных данных по сортовому составу пиломатериалов разных размеров из бревен различного качества на различных расстояниях от центра торца — может быть достигнута при раскрое бревен после тщательной обработки полученных опытных материалов. Сложившийся метод получения опытных данных по сортовому выходу пиломатериалов характеризуется получением суммарных данных по сортовому выходу пиломатериалов из бревен разных размеров и различной сортности. Получение нормативных данных по сортовому выходу применительно к условиям сортировки сырья по качеству и распиловки его по раздельным поставам по существующему методу не исключается, но он не дает и не может дать полноценного решения поставленной задачи и требует внесения в него коренных улучшений.

Суть нового метода проведения опытных работ по раскрою бревен в основном сводится к следующему: на каждое бревно опытной партии составляют паспорт, в котором записывают размеры бревна и все пороки, выходящие на его поверхность в координатной системе [14]. Паспортизация бревен по этому методу дает модель каждого бревна. Наличие таких моделей позволяет при распиловке партий проследить за распространением пороков внутри бревен и за их влиянием на сортность полученных пиломатериалов разных размеров. Отличие нового метода от применяемого состоит в том, что по новому методу учитываются все пороки с указанием их координат и размеров, в то время как по старому учету подвергается лишь сорт и основной сортообразующий порок на каждом бревне. После распиловки опытных партий бревен паспортизация полученных досок про-

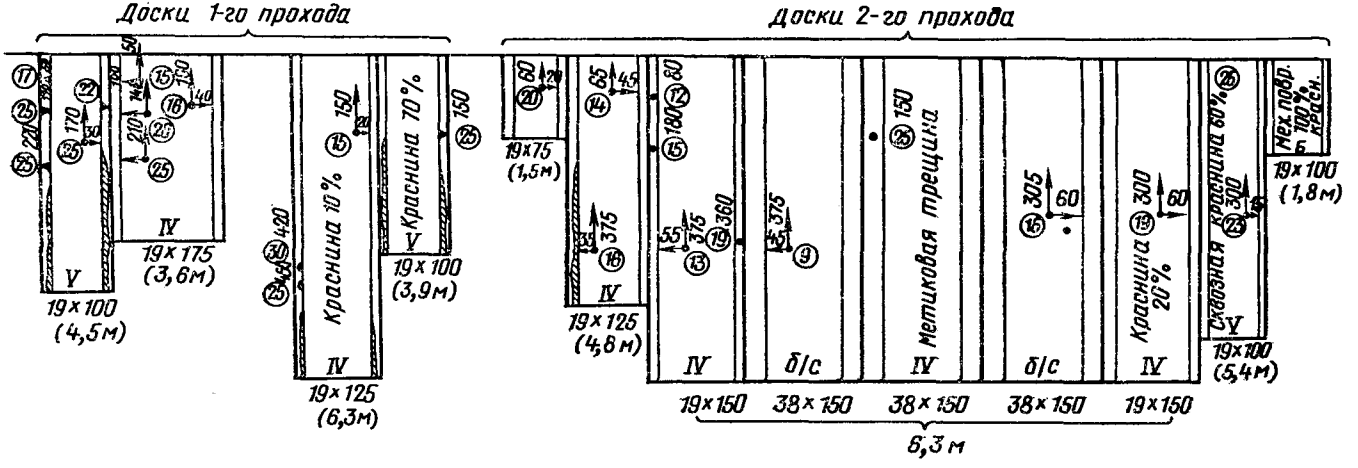


Рис. 28. Паспорта досок, составленные Г. Г. Лапиным при распиловке бревна № 10

изводится также с большими отличиями от существующего метода. В последнем постав для опытных работ предусматривает выработку важнейших сортиментов пиломатериалов, а целью опытных работ является выявление сортового выхода пиломатериалов без учета их размеров по всем опытным партиям бревен в целом. По новому же методу для распиловки опытных партий бревен всех размеров и качественных групп в поставах предусматривается выработка досок только толщиной 25 мм, а целью опытных распиловок на этом этапе ставится не выявление сортового состава полученных пиломатериалов, хотя и это не исключается, а получение паспортных данных по местоположению пороков в сечениях бревен на различных расстояниях от центра торца бревен. Для получения этих данных составляются паспорта поверхностей досок в продольных сечениях бревен. При брусовом способе раскроя бревен составляются паспорта поверхностей пластей брусьев с указанием местоположения и размеров пороков, имеющихся на них. Это делают для последующего определения по ним выхода пороков на кромки обрезных пиломатериалов.

Для примера на рис. 28 приведены образцы паспортов досок, составленных Г. П. Лапиным на доски из бревна диаметром 24 см, полученные при первом и втором проходах по брусовому способу. Имея такие паспорта, можно камеральным путем определить по каждому бревну и в целом по опытной партии фактическое распределение досок разных размеров по сортам, включаемых в постава.

МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ ТАБЛИЦ СОРТОВОГО И ЦЕННОСТНОГО ВЫХОДА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПОСТАВОВ

Заключительный этап опытных работ — это составление таблиц сортового и ценностного выхода пиломатериалов разных размеров на разных расстояниях от центра торца бревен. Исходным материалом для их составления служат паспорта поверхностей досок в различных сечениях бревен. Имея паспорта досок, по ним можно выявить на разных расстояниях от торца бревен сортность досок разной толщины по каждому бревну в отдельности, а также по партии бревен в целом и определить наиболее выгодные толщины пиломатериалов по сортовому и ценностному их выходу.

В табл. 22 приведены показатели сортового состава и ценностные коэффициенты для центральных досок толщиной 25, 32, 38, 50 мм, выработанные из бревен различных качественных групп (опыты Г. П. Лапина). Сортовой состав пиломатериалов каждой толщины был выявлен на основе приведенных паспортов. Процент досок каждого сорта от всего их выхода по всем бревнам показан в графе 3.

В графе 4 приводится ценностной коэффициент для досок каждого размера и сорта. Табл. 22 показывает возможность

Таблица 22

Показатели сортового выхода и ценностного коэффициента центральных досок из бревен диаметром 16 см разного качества при распиловке с брусовкой

Группы качества сырья	Сорт пиломатериалов	Размеры досок, мм							
		25×100		32×100		38×100		50×100	
		Сортовой состав, %	Ценностный коэффициент	Сортовой состав, %	Ценностный коэффициент	Сортовой состав, %	Ценностный коэффициент	Сортовой состав, %	Ценностный коэффициент
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Бессортные	27,2	0,88	51,7	0,88	100,0	0,88	100,0	0,79
	IV	62,2	0,66	45,0	0,66	—	—	—	—
	V	10,6	0,47	3,3	0,47	—	—	—	—
	Итого	100,0	0,70	100,0	0,77	100,0	0,88	100,0	0,79
II	Бессортные	22,4	0,88	49,2	0,88	100,0	0,88	100,0	0,79
	IV	62,1	0,66	44,5	0,66	—	—	—	—
	V	15,5	0,47	6,3	0,47	—	—	—	—
	Итого	100,0	0,68	100,0	0,76	100,0	0,88	100,0	0,79
III	Бессортные	11,9	0,88	41,9	0,88	100,0	0,88	100,0	0,79
	IV	58,5	0,66	46,2	0,66	—	—	—	—
	V	29,6	0,47	11,9	0,47	—	—	—	—
	Итого	100,0	0,63	100,0	0,73	100,0	0,88	100,0	0,79
IV	Бессортные	5,4	0,88	35,3	0,88	40,6	0,88	91,9	0,79
	IV	54,8	0,66	44,4	0,66	59,4	0,66	8,1	0,66
	V	39,8	0,47	20,3	0,47	—	—	—	—
	Итого	100,0	0,60	100,0	0,70	100,0	0,75	100,0	0,78
V	Бессортные	—	—	19,5	0,88	27,2	0,88	59,4	0,79
	IV	55,1	0,66	41,4	0,66	72,8	0,66	40,6	0,66
	V	44,9	0,47	39,1	0,47	—	—	—	—
	Итого	100,0	0,57	100,0	0,63	100,0	0,72	100,0	0,74

существенного улучшения сортового состава пиломатериалов с увеличением их толщины. Так, например, при выработке из бруса центральных досок толщиной 25, 32, 38, 50 мм выход бессортных досок соответственно увеличивается при раскрое сырья I качественной группы: 27,2; 51,7; 100,0; 100%, а из сырья V группы получается соответственно: 0,0; 19,5; 27,2; 59,4% от выхода досок этих размеров. Такие таблицы позволяют выбирать и включать в постава для распиловки бревен доски тех толщин, которые дают лучший сортовой и ценностный выход.

Из табл. 22 следует, что высокий выход пиломатериалов высшего сорта еще не определяет ценностного выхода получаемых досок каждого размера в целом. Его определяет итоговый ценностный коэффициент для досок, выработанных из бревен. Для досок толщиной 25, 32, 38, 50 мм из I группы сырья он соответственно равен 0,70; 0,77; 0,88 и 0,79. Из этого вытекает, что стоимость кубического метра досок толщиной 25, 32, 38 и 50 мм соответственно будет составлять 57,19; 62,90; 71,89 и 64,54 руб., из расчета цены одного кубометра в 81,7 руб. при ценностном коэффициенте равном единице (см. табл. 13).

В данном примере наиболее высокая стоимость кубического метра соответствует доскам толщиной 38 мм. Выход бессортных досок толщиной 50 мм равен 100%. Однако их ценностный коэффициент будет ниже — 0,79, в то время как для досок толщиной 38 мм он равен 0,88.

Пренебрегать разницей в стоимости кубического метра пиломатериалов толщиной 38 и 50 мм в данном случае нельзя, так как она довольно значительна.

На основе паспортов, по аналогии с табл. 22, могут быть составлены таблицы сортового состава досок, получаемых по брусовому способу раскроя из боковых зон бревен при первом и втором проходах, а также при распиловке бревен развальным способом. Будет уместным заметить, что подобные таблицы лучше не перегружать излишними толщинами досок. Из боковых зон бревен обычно вырабатывают доски толщиной от 13 до 32 мм. Для этого диапазона толщин и следует составлять таблицы сортового и ценностного выхода досок. Соответственно в брусовой зоне диапазон толщин должен быть шире, чем в боковой. Для центральных и сердцевинных досок необходимо исследовать толщины в диапазоне от 25 до 63 мм, а для боковых досок, в зависимости от качества распиливаемого сырья, в диапазонах по I и II качественным группам сырья — от 13 до 22 мм, для сырья III группы — от 22 до 32 мм, для сырья IV и V групп — от 25 до 38 мм.

Составление таблиц сортового и ценностного выхода пиломатериалов разных толщин для бревен с различными качественными характеристиками весьма трудоемкая работа, так как требует очень много расчетов. Поэтому при наличии исходных данных таблицы должны выполняться на счетно-решающих ма-

шинах, куда вводят значения с координатами и размерами пороков на поверхностях сечений при различных расстояниях от центра торца бревен и программы для получения по ним необходимых таблиц. Исходные данные могут быть использованы многократно для решения аналогичных задач применительно к ГОСТу на пиломатериалы разного назначения или при их изменениях.

Исходные данные по бревнам всех размеров и различных качественных групп должны отражать многообразие факторов, влияющих на сортовой и ценностный выход пиломатериалов. К наиболее важным из них относятся: распиловка бревен вразвал или с брусовкой, различная высота бруса, распиловка бревен с ориентацией по сучкам и без ориентации. Наличие таких паспортных данных о пороках в различных сечениях бревен приведет к возможности использования их для решения многих практических задач без проведения новых опытных распиловок.

На основе таблиц сортового и ценностного выхода пиломатериалов разных толщин, получаемых из бревен разных качественных групп, можно решать задачи по установлению рациональной дробности сортировки сырья по качеству для производственных целей. Основой для объединения отдельных качественных групп сырья, исследованных во время опыта, в одну сортовую группу может служить совпадение размеров пиломатериалов, включаемых в постава, по группам сырья различного качества. Для примера в табл. 23 приводятся показатели ценностного выхода для центральных досок разной толщины из брусовой зоны бревен диаметром 16 см из разных качественных групп сырья по качеству. Эти показатели получены во время опытных работ на Игарском ЛПК.

Таблица 23

Показатели ценностного коэффициента центральных досок из брусковой зоны бревен диаметром 16 см разных групп качества [36]

Номера опытных групп сырья по качеству с указанием размера сучков, мм	Средний ценностный коэффициент центральных досок толщиной, мм				Наиболее выгодная толщина досок по ценностному выходу, мм
	25	32	38	50	
I — до 15	0,70	0,77	0,88	0,79	38
II — » 25	0,68	0,76	0,88	0,79	38
III — » 35	0,63	0,73	0,88	0,79	38
IV — » 50	0,60	0,70	0,75	0,78	50
V — более 50	0,57	0,63	0,72	0,74	50

Табл. 23 показывает, что наиболее выгодная толщина центральных досок по ценностному выходу для первых трех качественных групп опытного сырья составляет 38, а для IV и V — 50 мм. Аналогичные совпадения должны быть и по другим размерам досок, получаемых по поставу на разных расстояниях от центра торца бревен. Основываясь на таких показателях, можно установить необходимую дробность производственной сортировки бревен каждого размера, объединяя их по качеству в одну сортовую группу по признаку одинакового постава.

При объединении нескольких опытных групп сырья в одну сортовую группу по единству поставов на их распиловку необходимо уточнять показатели сортового и ценностного выхода пиломатериалов различной толщины на разных расстояниях от центра торца бревен, с учетом удельного веса каждой группы опытных бревен в общем составе пиловочного сырья каждого размера, поступающего на предприятие.

Экономическая значимость сортировки сырья по качеству и распиловки его по раздельным поставам подтверждается различной стоимостью досок, включаемых в постав. Так, например, 1 м³ центральных досок из опытных бревен IV и V качественных групп толщиной 38 мм будет меньше соответственно на 2,41 и 1,63 руб. по сравнению с выработкой центральных досок толщиной 50 мм. Приведенная экономическая эффективность составления поставов по критерию наибольшего ценностного коэффициента с использованием таблиц сортового выхода пиломатериалов свидетельствует о важности проведения опытных работ. Однако такая опытная работа требует длительного времени. В связи с этим для реализации возможностей повышения сортового выхода пиломатериалов, подтвержденных игарским экспериментом, необходимо (не ожидая полного завершения трудоемких опытных работ) проводить экспресс-опыты с задачами получения по ним временных нормативных показателей сортового состава пиломатериалов по существующему методу при сортировке сырья на сортовые группы и распиловке их по раздельным поставам.

Игарский эксперимент показывает, что опытное пиловочное сосновое сырье для определения влияния на сортовой и ценностный выход толщины досок следует делить на следующие четыре группы:

1-я группа —	с сучками	размером, мм	. . .	до 15
2-я группа —	»	»	»	. . .	» 35
3-я группа —	»	»	»	. . .	» 60
4-я группа —	»	»	»	. . .	более 60

Все остальные пороки этих качественных групп сырья могут быть приняты в нормах сортов на пиловочное сырье по ГОСТ 9463—60. Необходимо отметить, что нормы допускаемых сучков в приведенных группах не совпадают с нормами допускаемых

сучков в сортах сырья по данному ГОСТу. Изменение в норме допускаемых сучков на поверхности бревен в данном случае определяется единством постава для распиловки бревен указанных групп сырья.

Улучшения сортового состава пиломатериалов во всех случаях невозможно без осуществления сортировки сырья по качеству на указанные группы и распиловки его по раздельным поставам. Экспресс-опыты необходимо проводить без паспортизации пороков на бревнах и на досках; их цель — установление по каждой партии опытных бревен сортового состава полученных пиломатериалов.

Для проведения опытных работ необходимо составлять поставы следующей структуры. Пиловочное сырье 1-й группы следует пилить по поставам, с выключением в боковой зоне досок толщиной от 13 до 22 мм, а в брусовой зоне с включением досок толщиной от 25 до 32 мм, кроме центральных, толщина которых может колебаться в пределах от 32 до 38 мм.

При распиловке сырья 2-й группы в боковых зонах следует включать доски толщиной от 22 до 25 мм, в брусовой зоне — в пределах пласти брусьев, боковые доски толщиной от 38 до 44 мм, а центральные — толщиной до 50 мм. Сырье 3-й группы надо пилить по поставам с включением в боковой зоне досок толщиной от 25 до 32 мм, в брусовой зоне — боковых досок толщиной от 44 до 50 мм, а центральных и сердцовых — толщиной не менее 50 мм.

При распиловке сырья 4-й группы боковые доски в постава следует включать тех же толщин, что и в 3-й группе, а в брусовой зоне — боковые доски толщиной от 44 до 50 мм, сердцевинные и центральные — толщиной не менее 60 мм. На основе распиловки бревен этих групп с рекомендуемой структурой поставов по размерам досок можно выявить экономический эффект от распиловки сырья различного качества по раздельным поставам и установить по единству поставов необходимую дробность сортировки сырья по качеству, временные нормативы сортового выхода пиломатериалов и решить задачу по реконструкции склада сырья для обеспечения необходимой производственной дробности сортировки сырья по размерам и сортности.

Результаты опытных работ могут быть использованы в производстве для планирования раскроя пиловочного сырья после его сортировки.

Проведение таких экспресс-опытов и использование полученных результатов в производстве не исключают необходимости проведения фундаментальных опытов с паспортизацией бревен и пиломатериалов.

По мере проведения фундаментальных опытов временные нормативы сортового состава пиломатериалов будут корректироваться, а вместе с этим будет повышаться и рентабельность производства.

Таблица 24

Союзный нормативный посортный выход экспортных пиломатериалов по ТУ-02-04-67 из пиловочного сырья по ГОСТ 9465 — 60 и ожидаемый посортный выход экспортных пиломатериалов при сортировке сырья по качеству и распиловке его по раздельным поставам*

Сорт экспортных пиломатериалов	Средние бревна (14 — 24 см)					
	Выход по сортам, % от сырья:					
	II		III		IV	
	нормативный	ожидаемый	нормативный	ожидаемый	нормативный	ожидаемый
Бессортные	20,5	30,0	3,6	20,0	4,8	15,0
IV	16,2	10,0	28,9	18,0	12,1	17,0
V	3,7	5,0	4,0	5,0	11,8	8,0
Багеты	3,1	3,0	2,8	3,0	1,3	3,0
Дилены	2,3	2,0	2,4	2,0	3,1	2,0
Всего:	45,8	50,0	46,7	48,0	33,1	45,0

Продолжение

Сорт экспортных пиломатериалов	Крупные бревна (26 см и более)							
	Выход по сортам, % от сырья:							
	I		II		III		IV	
	нормативный	ожидаемый	нормативный	ожидаемый	нормативный	ожидаемый	нормативный	ожидаемый
Бессортные	28,0	35,0	19,6	25,0	10,0	20,0	4,1	15,0
IV	16,0	12,0	22,9	17,0	33,0	21,0	15,1	16,0
V	5,6	4,0	4,4	4,0	5,0	4,0	13,7	10,0
Багеты	0,2	1,0	0,1	0,1	0,1	3,0	0,1	1,0
Дилены	3,3	3,0	3,1	3,0	3,2	9,0	2,9	3,0
Всего:	51,1	55,0	50,1	50,0	51,3	48,0	35,9	45,0

* Сорта сырья по нормативному посортному выходу пиломатериалов соответствуют ГОСТ 9463 — 60, а сорта сырья по ожидаемому выходу приняты по порокам в тех же нормах, кроме размеров сучков, которые приняты в следующих нормах: для бревен средних размеров (14 — 24 см) во 2-й группе до 30 мм; в 3-й группе не более 50 мм; в 4-й группе — более 50 мм; в крупных бревнах (26 см и более) — в 1-й группе — 15 мм; во 2-й — 35 мм; в 3-й — 60 мм; в 4 — более 60 мм.

В табл. 24 для примера приводятся действующие союзные нормативы посортного выхода экспортных пиломатериалов по ТУ 13-02-04 — 67 из пиловочного сырья по ГОСТ 9463—60 при его распиловке по одним и тем же поставам и ожидаемые показатели сортового их выхода при распиловке сырья по раздельным поставам, значительно уменьшенные против полученного сортового выхода в опытах Игарского ЛПК.

Основываясь на ожидаемых показателях сортового выхода экспортных пиломатериалов при распиловке сырья по раздельным поставам (при удельном сортовом наборе пиловочного сырья — по действующему ГОСТу: для среднего сырья II сорт составит 30; III сорт — 20; IV — 0; для крупного сырья — I сорт — 5; II — 20; III — 15; IV — 10; а всего 100%), выход бессортных пиломатериалов получится в среднем 24% против 15% выхода этих пиломатериалов при распиловке по одним и тем же поставам. Таким образом, выход бессортных экспортных сосновых пиломатериалов может быть увеличен примерно в 1,6 раза против выхода их по нормативам Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности (Минлеспром) СССР.

МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ ПОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ТАБЛИЦ СОРТОВОГО И ЦЕННОСТНОГО ВЫХОДА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Таблицы сортового и ценностного выхода пиломатериалов разных размеров из бревен разного качества служат справочным материалом, на основе которого можно составлять постава на распиловку бревен с наибольшим ценностным выходом. Они позволяют определить наиболее выгодные размеры досок, которые следует включать в постава, отвечающие требуемому сортовому составу и наибольшему ценностному выходу. При составлении поставов с наибольшим ценностным выходом пиломатериалов необходимо учитывать ряд особенностей подбора досок. По существующему методу подбор досок в постава осуществляется последовательно — от центра торца бревен к периферии, до расстояния соответствующего предельному охвату диаметра бревен поставом. Этот метод расчета поставов вполне правомерен при включении в постава (в боковых зонах) тонких досок без учета их сортового состава. При составлении поставов с наибольшим ценностным выходом пиломатериалов в первую очередь следует определить предельный охват диаметра бревен поставом. После определения предельного охвата диаметра бревен поставом по таблице следует выбрать толщину боковых досок в поставах с учетом качества сырья. Как указывалось ранее, в боковой зоне выгодно включать в постава при распиловке сырья I группы доски толщиной 16—22 мм, сырья среднего качества, 22—25 мм, а при распиловке бревен худшего качества — включать доски толщиной не менее 25—32 мм. Внешние пласти боковых досок должны проходить по границам (или близко к ним) предельного охвата диаметра бревен поставом. Как пра-

вило, выработка из боковых зон сучковатых бревен более толстых досок приводит к некоторому снижению их обычного выхода, но одновременно и к улучшению их сортового состава. Рекомендуемые толщины боковых досок для включения в постава на распиловку бревен различного качества могут быть скорректированы по результатам опытов. После выбора толщин боковых крайних досок, можно рассчитать оставшееся расстояние между пропилами, формирующими пласти следующих досок или бруса, по формуле

$$A_2 = A_{пр} - 2\,(m + у + е), \qquad (65)$$

где A_2 — расстояние между внешними пластями вторых досок или бруса;

$A_{пр}$ — расстояние между крайними пропилами, соответствующими предельному охвату диаметра бревна поставом;

m — толщина выбранных боковых досок номинальных размеров;

у — припуск на усушку по толщине;

е — ширина пропила.

В зависимости от величины A_2 в постав следует подбирать доски суммарной толщины (вместе с пропилами и припусками на усушку), равной этому расстоянию. Доски по толщине, отвечающие этому требованию, следует подбирать по таблицам наибольшего ценностного выхода пиломатериалов с учетом расстояния их пластей от центра торца бревен. При наборе толщин досок их сумма ($2\,\Sigma m$) может оказаться меньше или больше A_2 и т. д. Если $2\,\Sigma m < A_2$, то общий объемный выход пиломатериалов снизится, а если $2\,\Sigma m > A_2$, то предельный охват диаметра бревна поставом увеличится и выработка крайних боковых досок окажется невозможной. В связи с этим снизится и выход пиломатериалов. В результате для достижения равенства $2\,\Sigma m = A_2$ окажется необходимым включение в постава досок других толщин, которые будут отвечать этому равенству и требованию получения наибольшего ценностного выхода досок в целом по поставу.

На ценностный выход пиломатериалов по поставу большое влияние оказывают их объемный выход и сортовой состав. Значительное улучшение сортового состава пиломатериалов может повысить ценностный выход пиломатериалов, несмотря на уменьшение их объемного выхода. При недостаточном улучшении сортового состава пиломатериалов за счет выработки из боковой зоны бревен более толстых досок может быть получено снижение ценностного выхода пиломатериалов. Во избежание этого необходимо исследовать несколько вариантов поставов с включением в них боковых досок разных толщин и определить ценностный выход пиломатериалов по поставам в целом. В результате сравнения вариантов поставов может

быть определен лучший постав. Для примера в табл. 25 приводятся четыре постава Г. П. Лапина. Эти постава показывают влияние толщины досок, включенных в них с целью повышения ценностного выхода пиломатериалов по поставу в целом. Из табл. 25 видно, что из четырех сопоставляемых поставов стоимость полученных пиломатериалов будет наибольшей по поставу № 3 (37, 25 руб.) Последняя при сравнении ее со стоимостью пиломатериалов по другим поставам оказывается более высокой: например, по поставу № 2 выше на 3,96, по поставу № 4—на 1,52 руб. Разница в стоимости получаемых пиломатериалов по приведенным поставам имеет существенное значение, так как на каждые 1000 м³ распиленного сырья составит соответственно 1520—3960 руб.

Таблица 25

Сравнительные показатели общего сортового выхода экспортных пиломатериалов и их прейскурантной стоимости при выработке из бревен диаметром 20 см I группы качества по различным поставам [36]

№ постава	Постава: первый проход / второй проход	Выход пиломатериалов, % от сырья		Прейскурантная стоимость пиломатериалов из 1 м³ сырья, руб.
		общих	бессортных	
1	19-19-150-19-19 / 19-19-32-32-32-19-19	54,6	22,9	35,43
2	25-25-150-25-25 / 25-25-32-32-32-25-25	51,3	23,1	33,29
3	19-19-150-19-19 / 19-19-38-38-19-19	55,1	30,5	37,25
4	25-25-150-25-25 / 25-25-38-38-25-25	52,7	31,6	35,63

Кроме того, необходимо обратить внимание на факторы, обусловившие разность в стоимости полученных по поставам пиломатериалов. Постава № 1 и № 2 отличаются один от другого только размером боковых досок: в постав № 1 включены боковые доски толщиной 19, а в постав № 2—25 мм. Постава составлены для распиловки бревен высокого качества, с выходом на поверхность сучков размером не более 15 мм. Поэтому выработка из боковых зон этих бревен досок толщиной 25 мм (постав № 2) вместо досок толщиной 19 мм (постав № 1) не оказала существенного влияния на улучшение сортового состава. Выход бессортных досок толщиной 25 мм оказался близ-

ким по этим поставам, но вместе с этим снизился общий выход экспортных пиломатериалов на 3,3% за счет увеличения отходов в рейки при выработке досок толщиной 25 мм по сравнению с досками толщиной 19 мм. Ценностный коэффициент на доски толщиной 25 мм ниже, чем на доски толщиной 19 мм. Это и привело по поставу № 2 (по сравнению с поставом № 1) к снижению стоимости получаемых пиломатериалов на 2,34 руб. на каждый кубический метр сырья.

Постава № 3 и № 4 отличаются один от другого также только толщиной боковых досок. Постав № 3 включает боковые доски толщиной 19 мм, а постав № 4—доски толщиной 25 мм. Постав № 3 дает больший ценностный выход пиломатериалов на 1,62 руб., чем постав № 4, который включает доски толщиной 25 мм с меньшим ценностным коэффициентом.

Постав № 1 отличается от постава № 3 толщиной досок, вырабатываемых из бруса. По поставу № 1 из бруса вырабатываются доски толщиной 32 мм, а поставу № 3—доски толщиной 38 мм. Стоимость полученных пиломатериалов по поставу № 3 оказалась выше стоимости пиломатериалов по поставу № 1 на 1,82 руб. На увеличение стоимости пиломатериалов по поставу № 3 (по сравнению с поставом № 1) оказало сильное влияние улучшение сортового состава пиломатериалов, полученное от увеличения их толщины. По поставу № 1 выход бессортных пиломатериалов составил 22,9%, а по поставу № 3 — 30,5%, т. е. их выход увеличился в 1,33 раза. Увеличение выхода бессортных досок по поставу № 3 по сравнению с поставом № 1 произошло главным образом за счет увеличения толщины досок, вырабатываемых из зоны бруса, а ценностные коэффициенты по ним одинаковы.

При наборе толщин досок в постава, отвечающие требованию $2\Sigma m = A_2$, необходимо учитывать размеры и сортность пиломатериалов, которые необходимы потребителю. Они могут не совпадать с размерами досок, которые дают наибольший ценностный выход. В этом случае приоритет остается за размерами досок, предусмотренных в спецификациях потребителей, так как выработка их является главной целью производства. Однако эта цель может быть достигнута и без снижения ценностного выхода пиломатериалов, путем выбора из спецификации сырья, подлежащего распиловке, таких его групп, которые по размерам и качеству близки к пиломатериалам с наибольшим ценностным выходом в таблицах и совпадают с размерами пиломатериалов, заказанных потребителями.

Сортировка сырья по качеству создает большие возможности для выработки пиломатериалов по спецификациям потребителей.

Для повышения ценностного выхода пиломатериалов при распиловке сырья высшего качества в постава следует включать тонкие доски не только в боковых зонах, но и в пределах пла-

сти бруса, за исключением сердцовой зоны, из которой следует вырабатывать более толстые доски. Доски средней толщины и толстые, как правило, оказывается более выгодно вырабатывать из сырья худшего качества, с учетом ценностного выхода пиломатериалов разных толщин.

§ 4. СПОСОБЫ РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ

Раскрой пиломатериалов на заготовки — это завершающая стадия процесса раскроя бревен. В ней получается конечная продукция. Показатели выхода конечной продукции определяют рациональность процессов в целом, начиная от раскроя бревен до получения заготовок.

Наиболее совершенным типом заготовок для изготовления всех изделий считаются заготовки брускового типа. В них задаются размеры по толщине, ширине и длине. Такие заготовки легко обрабатывать. Детали из них удобны для сборки узлов и изделий. Однако выработка их из необрезных пиломатериалов во многих случаях оказывается неэкономичной по расходу пиловочного сырья и показателю выхода конечной продукции. Для получения заготовок брускового типа в процессах раскроя бревен необходимо вырабатывать обрезные доски одинарных или кратных размеров по толщине, ширине и длине.

Качество пиломатериалов должно соответствовать качеству вырабатываемых заготовок. Тогда в процессах раскроя пиломатериалов на заготовки будут лишь отходы в опилки, а выход заготовок из пиломатериалов наиболее высоким.

Из теории раскроя бревен на пиломатериалы известно, что формирование обрезных пиломатериалов в соответствии с условиями выработки из них заготовок брускового типа возможна только из брусьев в границах пласти. Все остальные доски, вырабатываемые по брусковому и развальному способам, получаются необрезными. Переработка их в длинномерные обрезные доски, кратные размерам заготовок, связана с большими отходами древесины в обзольные и сбеговые рейки и отходы древесины по причине некратности их размеров по ширине. Поэтому во многих случаях для уменьшения этих отходов следует вырабатывать вместо брусковых заготовки щитового типа, если конструкция изделий, для которых они предназначаются, допускает их использование. К таким изделиям относятся разнообразная деревянная тара и различные настилы, которые могут быть набраны из заготовок (деталей) разной ширины, но одинаковой длины и толщины. Поэтому, если заготовки щитового типа имеют небольшие по длине размеры, то для их выработки целесообразно использовать необрезные доски без переработки их в лесопильном цехе в обрезные.

Раскрой необрезных досок на заготовки щитового типа, минуя стадию их переработки в обрезные доски, увеличивает вы-

ход конечной продукции примерно на 20% за счет уменьшения отходов, обусловливаемых некратностью ширины досок к ширине заготовок и уменьшением отходов в сбеговую рейку (см. главу 5). Таким образом, в зависимости от типа вырабатываемых заготовок для их выработки должны использоваться обрезные и необрезные доски. Обрезные доски следует вырабатывать преимущественно из брусовой зоны, а необрезные из развальной зоны брусовым и развальным способами раскроя бревен.

Обрезные и необрезные доски, предназначенные для выработки заготовок, по качеству древесины можно подразделить на две большие группы — группу совпадающих с качеством древесины в заготовках и группу не совпадающих. Для выработки заготовок наиболее рационально использовать пиломатериалы первой группы. При раскрое таких досок не будет отходов из-за несоответствия качества пиломатериалов качеству заготовок. При использовании пиломатериалов второй группы, не соответствующих качеству заготовок, неизбежен излишний расход пиломатериалов на вырезку участков с не допускаемыми в заготовках пороками.

Использование досок завышенной сортности против необходимой также приводит к увеличению стоимости заготовок за счет более высокой стоимости пиломатериалов без компенсации ее увеличением выхода заготовок. На показатели выхода заготовок оказывают сильное влияние способы раскроя пиломатериалов. Различают два способа раскроя пиломатериалов на заготовки: поперечно-продольный и продольно-поперечный. При поперечно-продольном способе раскроя пиломатериалов вначале их раскраивают на длину заготовок, а затем — на ширину, если нужно, и на толщину. При продольно-поперечном раскрое вначале формируют ширину, а затем — длину заготовок.

Раскрой пиломатериалов по толщине (деление их параллельно пластям) производится только при выработке тонких заготовок (менее 16 мм). В остальных случаях более выгодно вырабатывать пиломатериалы толщиной равной толщине заготовок. Следует иметь в виду, что при раскрое толстых на более тонкие пиломатериалы снижается их сортность, так как в тонких досках допускаются сучки на кромках меньших размеров, чем в толстых. Поэтому для выработки тонких заготовок путем раскроя пиломатериалов по толщине следует подбирать пиломатериалы более высокого качества.

Выбор рационального способа раскроя пиломатериалов, который обеспечивает получение наибольшего выхода заготовок, зависит от степени обработки пиломатериалов (необрезные, обрезные) и их качества. При несовпадении качества досок с качеством заготовок возникает необходимость вырезки участков досок с пороками, которые недопустимы в заготовках. В случае раскроя узких необрезных досок, равных ширине заготовок,

сперва формируют заготовку по длине, затем приступают к обрезке обзольных кромок.

Если по ширине необрезных досок можно получить две заготовки щитового типа, то такие доски выгоднее раскраивать вначале вдоль продольной оси досок на ширину заготовок, затем — на их длину и только после этого уже обрезать кромки, т. е. осуществить их раскрой по продольно-поперечному способу. Этот способ, как правило, позволяет увеличить выход заготовок за счет уменьшения отходов древесины в процессе раскроя.

В действительности необрезные доски, как правило, имеют на кромках кривизну. Поэтому при раскрое таких досок сначала на длину заготовок последним (из-за отсутствия необходимой кромочной базы) дается дополнительный припуск и окончательная их длина формируется после обрезки кромок. При раскрое необрезных досок вдоль продольной оси сперва формируется одна обрезная кромка, которая используется как база для последующего раскроя на длину заготовок. В этом случае отпадает необходимость дополнительных припусков по длине.

Если по ширине необрезных досок можно получить три заготовки, то такие доски также выгоднее раскроить вначале продольными резами на ширину заготовок, а затем раскроить длинномерные узкие доски на длину заготовок. В результате продольного раскроя необрезных досок на ширину заготовок будет получена одна обрезная доска, равная ширине заготовки, пригодная для выработки заготовок брускового или погонажного типа и две доски с одной обрезной кромкой, пригодные для выработки заготовок щитового типа.

В практике продольного раскроя необрезных досок на ширину заготовок во многих случаях получают одну обрезную доску, равную ширине необрезных досок в вершинном конце по узкой пласти. Затем обрезные доски раскраивают на длину заготовок. При таком раскрое в обзольные и сбеговые рейки отходит примерно 20—25% древесины от всего объема досок. Это приводит к увеличению расхода пиломатериалов. Для уменьшения расхода необрезных досок их продольный раскрой на ширину заготовок щитового типа осуществляют с расчетом получения из досок с одной обрезной кромкой заготовок минимальной допускаемой ширины.

Особое влияние на выход заготовок оказывает выбор способа раскроя досок с пороками. Их приходится вырезать при раскрое досок.

По опытным данным, в пиломатериалах III сорта объем древесины без пороков составляет примерно 95% и на долю пороков приходится примерно 5%. При раскрое таких досок на заготовки выход последних снижается на 35—40% по сравнению с их выходом из досок, не имеющих пороков. Объясняется это тем, что вместе с удалением недопустимых пороков в заготовках вырезается и часть древесины, которая не имеет пороков.

Недопустимые в пиленых деталях (заготовках) пороки вырезают поперечными и продольными резами. Пороки из досок вырезают поперечными резами при раскрое досок на длину заготовок, а продольными резами — после раскроя досок на заготовки, путем их переработки в более узкие. Поперечными резами вырезают пороки, которые имеют небольшую протяженность по длине досок, например сучки недопустимых размеров в заготовках или пороки с большой протяженностью по длине и ширине досок. Примером таких пороков может служить гниль.

Продольные резы применять для удаления пороков из заготовок целесообразно только тогда, когда они имеют небольшую протяженность по ширине и большую — по длине, вдоль доски (трещины или узкие полосы гнили).

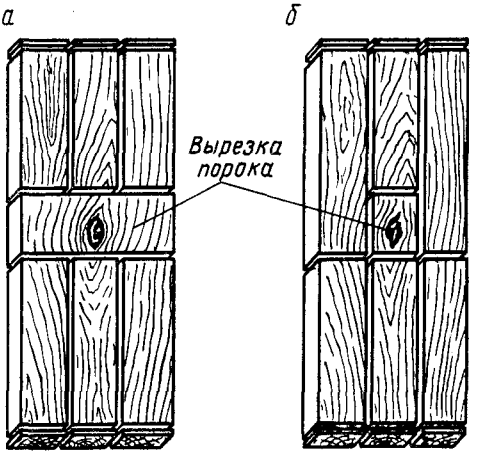


Рис. 29. Схемы индивидуального раскроя обрезных досок на заготовки с вырезкой не допускаемых в них пороков:
а — по поперечно-продольному способу; *б* — по продольно-поперечному способу

Наибольшее количество пороков, недопустимых в пиленых деталях и заготовках вырезают при поперечном раскрое досок. Поэтому практика поперечного раскроя досок после продольного деления их на ширину заготовок, по опытным данным, оказывается более выгодной. По ширине раскраиваемых досок пороки распределяются по закону кривой Гаусса относительно продольной оси. Поэтому при продольном раскрое досок на ширину заготовок меньше пороков попадают в узкие доски. Это повышает их сортность и уменьшает переход годной древесины вместе с пороками в вырезки. На рис. 29 приведены схемы индивидуального продольно-поперечного и поперечно-продольного раскроя обрезных досок с пороками, недопустимыми в пиленых деталях и заготовках. Из схем видно, что при вырезке пороков поперечными резами до продольного деления досок на ширину заготовок вместе с пороками удаляется много годной древесины, часть которой при продольно-поперечном раскрое может быть сохранена. Длина поперечной вырезки с пороком зависит от протяженности порока вдоль доски и возможности выработки между смежными пороками или торцом доски и пороком заготовки необходимой длины. По ширине поперечные вырезки с пороками во всех случаях равны

ширине распиливаемых досок. Соответственно, если к пороку по ширине досок прилегает годная древесина, то при поперечно-продольном способе раскроя обрезных досок на заготовки она уходит в вырезки вместе с пороками.

Преимущества продольно-поперечного способа раскроя обрезных досок на пиленые детали и заготовки перед поперечно-продольным проявляется также в возможности увеличения выработки длинных заготовок. При выполнении сперва продольного, а затем поперечного раскроя досок на заготовки значительно увеличивается расстояние между смежными недопустимыми в заготовках пороками. При этом возрастает возможность получения из них наиболее длинных заготовок, выработка которых на предприятиях представляет наибольшую трудность. Преимущества продольно-поперечного способа раскроя перед поперечно-продольным сохраняются и при раскрое необрезных досок по ширине на две и более заготовки щитового типа.

При раскрое досок на заготовки следует учитывать распределение сучков на пластях досок. По исследованиям И. П. Кожевникова, распределение сучков (без учета их размеров) на пластях досок характеризуется следующими общими закономерностями. Общее количество сучков, выходящих на пласти досок, может быть определено по формуле Ю. Р. Бокщанина [9]

$$n_д = \frac{n_б \alpha}{360^\circ}, \qquad (66)$$

где $n_д$ — количество сучков, выходящих на пласти досок;

$n_б$ — количество сучков на всей поверхности бревен;

α — центральный угол охвата пласти досок.

В формуле (66) распределение сучков на поверхности бревен принимается равномерным. В действительности наблюдается концентрация сучков на поверхностях отдельных четвертин бревен, что не исключает возможности использования этой формулы и для этих случаев. При выходе на поверхность бревен всех сучков (вершинные) и равномерном их распределении в поставе по мере удаления пластей досок от центра торца бревен уменьшается и угол α. Соответственно этому уменьшается и количество сучков, попадающих на пласти. Распределение сучков без учета их размеров, на пластях досок также неодинаково. Если выделить на доске продольные полосы одинаковой ширины, например 30 мм, то центральный угол охвата этих полос будет уменьшаться от продольной оси к кромкам доски. Следовательно, [в соответствии с формулой (66)] будет уменьшаться и количество сучков, попадающих на них. На рис. 30 приведены расчетные кривые распределения сучков (без учета их размеров) на пластях досок при выработке их из бревен с равномерным распределением сучков на поверхности бревен (по материалам И. П. Коженикова); по оси абсцисс отложены расстояния (мм) от продольной оси досок до их кромок, по оси

ординат — относительное количество сучков, приходящихся на полосы пластей досок (% от общего количества сучков, выходящих на поверхность бревен); кривая *1* характеризует распределение сучков на пласти доски, отстоящей от центра торца бревен на 25 мм; кривая *2* — для доски, находящейся на расстоянии 50 мм; кривая *3* — для доски на расстоянии 75 мм и кривая *4* — на расстоянии 100 мм.

Из расчетного графика И. П. Кожевникова вытекают следующие закономерности: по мере удаления пластей досок от центра торца бревен уменьшается угол их охвата, соответст-

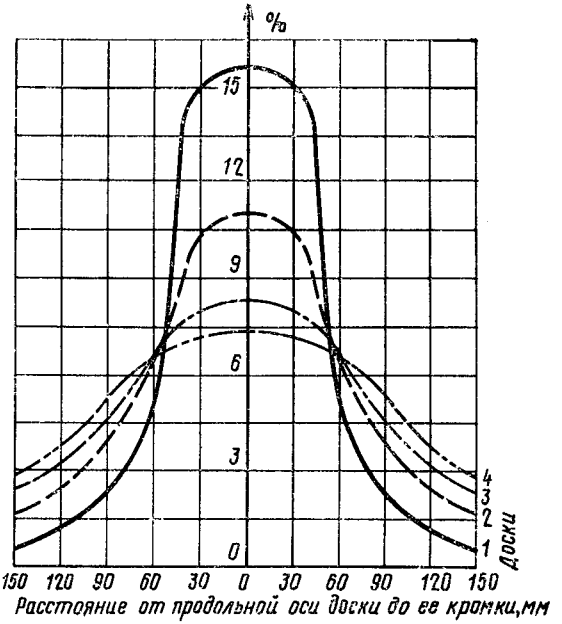


Рис. 30. Расчетное распределение сучков всех размеров на пластях досок, выпиленных на расстояниях от центра торца бревен:
1 — 25 мм; *2* — 50 мм; *3* — 75 мм и *4* — 100 мм (по Кожевникову И. П.)

венно с этим уменьшается и количество сучков на них; наибольшая концентрация сучков на пластях досок соответствует участкам, прилегающим к продольной оси досок, а наименьшая — к периферии. Наибольшая концентрация сучков, без учета их размеров, на пласти каждой отдельной доски падает на участки, прилегающие к продольной оси, а наименьшая — к боковым участкам (рис. 30).

При установлении этих закономерностей распределения сучков на пластях досок не учтено уменьшение размеров сучков от периферии к сердцевине. Вследствие уменьшения размеров сучков при выработке досок ближе к центру некоторая их часть переходит в неучитываемые. Особенно заметно уменьшение количества сучков на участках, прилегающих к продольным осям досок. Впервые это заметил И. В. Аникин при изучении распределения учитываемых сучков на пластях сосновых

досок в условиях Бирюсинского лесопильно-деревообрабатывающего комбината. На рис. 31 приведены кривые распределения учитываемых сучков (размером от 10 мм и бо-

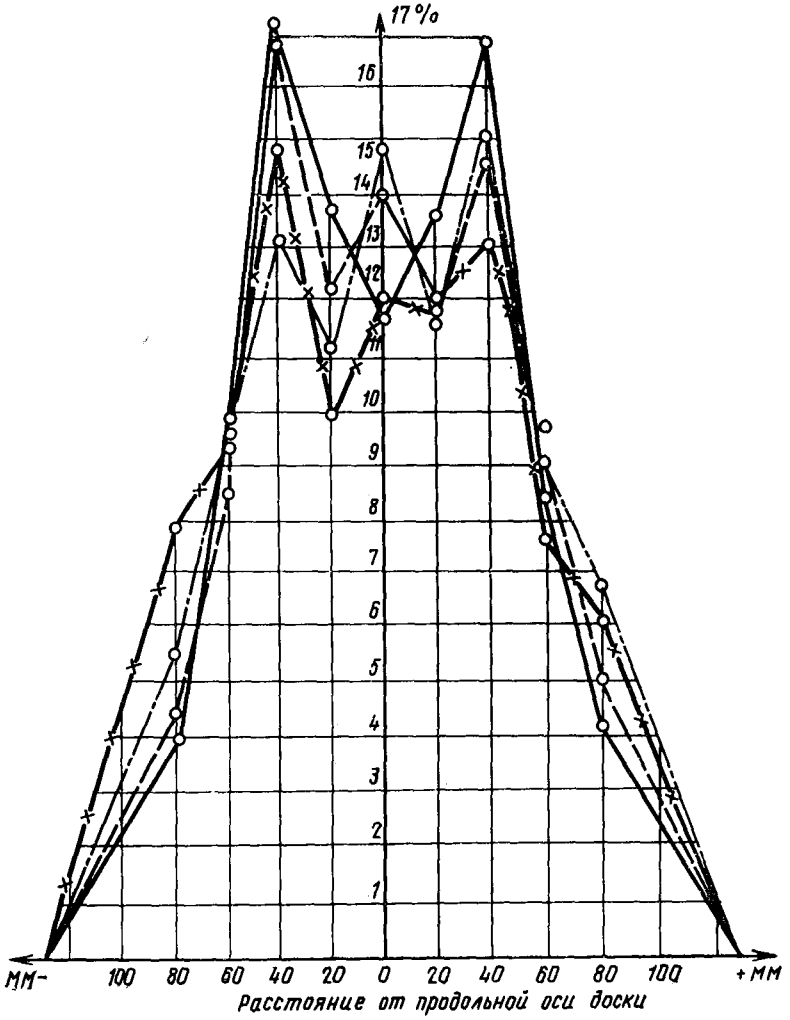


Рис. 31. Средние значения фактического распределения сучков размером от 10 мм и более, полученные Аникиным И. В. во время опытных работ

лее) для досок, выпиленных на различных расстояниях от центра торца бревен. Как видно из рис. 31, характер распределения сучков на пластях досок независимо от их местоположения остается одинаковым и близким к теоретическому, получен-

ному И. П. Кожевниковым. Отличие этих кривых от расчетных главным образом состоит в том, что когда размеры сучков не принимаются во внимание, максимум их концентрации падает на участки, прилегающие к продольным осям досок, а когда часть сучков по своему размеру переходит в неучитываемые, то максимум их концентрации смещается ближе к периферии, на половину расстояния от продольной оси досок — кривые распределения сучков относительно оси доски имеют два максимума. Этот характер кривых вполне закономерен, так как участки, прилегающие к продольной оси досок, находятся ближе к центру торца бревен, а боковые участки — дальше. В связи с этим на размер сучков оказывает большое влияние угол наклона сучков к пласти досок. Сучок одного и того же размера, который выходит на поверхность бревна, расположенный по отношению к пласти под углом 90°, будет иметь наименьший размер. При всех других значениях угла наклона β размер сучка будет всегда больше, так как по принятому в СССР методу размеры сучков определяются по расстоянию между касательными, проведенными параллельно продольной оси доски. На рис. 32 показано поперечное сечение бревна и вписанные в него сучки одного и того же размера под разными углами их наклона к перпендикулярной плоскости пропила.

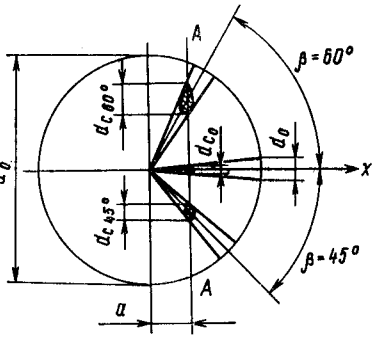


Рис. 32. Схема расположения сучков под разными углами к оси x

Размер сучков выходящих на пласть доски, может быть определен по формуле

$$d_д = \frac{4d_б^2 a\sqrt{1-\dfrac{d_б^2}{D^2}}}{D^2\cos^2\beta - d_б^2}, \qquad (67)$$

где $d_б$ — размер сучка на поверхности бревна;
$d_д$ — искомый размер сучка на пласти, находящейся на расстоянии a от центра торца бревна;
a — расстояние от центра торца бревна до пласти доски;
D — диаметр бревна;
β — угол наклона сучка к оси x, перпендикулярный к пласти.

Из рис. 32 видно, что сучок одного и того же размера $d_б$, выходящий на поверхность бревна диаметром D, расположенный под углом β к оси x на пласти досок на расстоянии a будет иметь различные размеры. Минимальные размеры он будет

иметь при совпадении его оси с осью x, а с увеличением угла наклона к этой оси, его размер будет увеличиваться.

Если размеры сучка, расположенного под углом к оси x разделить на размеры того же сучка при совмещении его оси с осью x, то отношение их будет:

при $\beta = 0°$ 1,00
» $\beta = 30°$ 1,35
» $\beta = 45°$ 2,06
» $\beta = 60°$ 4,26

Таково влияние угла наклона продольной оси сучка к оси x на размеры сучков, которое следует учитывать при раскрое бревен на пиломатериалы и досок на заготовки.

При расчете размеров сучков [формула (67)] было принято, что сучок представляет собой конус, обращенный вершиной к сердцевине. В реальных бревнах только здоровые сучки по форме приближаются к конусу, а заросшие, отмершие — часто похожи на цилиндры; в ряде случаев ближе к периферии сучки уменьшаются. Поэтому закономерности изменения размеров сучков от центра к периферии могут быть раскрыты при накоплении опытных данных и их обработке статистическими методами.

Продольно-поперечный раскрой обрезных и необрезных досок на цельные и пиленые заготовки хотя и обладает преимуществом перед поперечно-продольным, но все еще характеризуется значительными отходами годной древесины, вырезаемой вместе с пороками. Это ограничивает применение продольно-поперечного раскроя, чем сужается возможность увеличения выработки из необрезных и обрезных досок пиленых деталей и заготовок брускового и погонажного типов. Указанные недостатки данного раскроя могут быть устранены при организации производства цельных и клееных заготовок по ширине и длине. В зарубежной и отечественной практике все больше изготовляются клееные заготовки, которые по качеству не только не уступают цельным, но в ряде случаев и превосходят их. Переход на производство цельных и клееных деталей и заготовок открывает большие возможности улучшения использования досок и снижения себестоимости заготовок. Главное преимущество производства цельных и клееных пиленых деталей и заготовок состоит в возможности выработки всей пиленой продукции целевого назначения в ее наиболее совершенной форме — форме пиленой продукции брускового и погонажного типов и готовых панелей и щитов.

По данным А. И. Долгова, в Канаде получили широкое применение клееные панели, плинтусы, галтели, карнизы, обкладки, бруски оконных переплетов, дверей и т. п. Развитию производства панелей и деталей способствуют: практическая возможность получения изделий любых размеров, которые не могут быть изготовлены из цельной древесины; значительное снижение

трудовых затрат при использовании на сборочных работах панелей и деталей, изготовленных по размерам и спецификациям в соответствии с конструкцией и размерами собираемого объекта.

В Канаде изготовляют панели длиной 2,4; 3,6; 4,8 м, шириной 300, 400, 600, 800, 1200 мм, толщиной от 19 до 45 мм. Заготовки для склейки, составляющие панели, имеют одинаковую ширину, но в разных панелях ширина их колеблется от 60 до 150 мм. Длина заготовок практически колеблется от 250 до 1500 мм. По длине заготовки соединяют на зубчатый шип, а по кромке — на гладкую фугу. Склеенные по длине заготовки используют также для изготовления погонажных деталей. Швы в местах стыков по длине заготовок малозаметны и не имеют значения в случаях, когда изделия покрывают непрозрачными отделочными материалами.

Для производства клееных панелей и деталей в Канаде используют низкокачественные и короткомерные пиломатериалы, влажность которых 10—12%. Обрезные доски строгают (фрезеруют) с четырех сторон и одновременно раскраивают пополам на ширину заготовки пилой, установленной на пятом валу строгального станка. При этом все доски получаются строго определенных размеров по поперечному сечению и на поверхностях хорошо видны все пороки древесины. По длине доски раскраивают путем вырезки дефектных мест. Получаемые при этом заготовки различны по длине. Таким образом, вся годная древесина по длине досок используется полностью. Если есть пороки, которые требуют вырезки при продольном раскрое, например обзолы, засмолки, трещины и т. п., то такие заготовки направляют на переобрезку по ширине.

Заготовки для склейки по длине обрабатывают на специальных станках: нарезают зубчатые шипы и соединяют заготовки на клею в непрерывную ленту. Как только длина достигнет заданного размера, клееная заготовка автоматически перерезается пилой. В последние годы соединение деталей по длине производится на микрошип длиной 5—6 мм. После выдержки клееные бруски строгают по кромкам и сразу же направляют их на специальный пресс, где детали склеиваются по кромке в панели. После склеивания панели строгают по пласти и опиливают по контуру. В таком виде панели поступают на рынок. Производство клееных панелей и деталей по этой технологии с использованием специализированного оборудования находит все более широкое распространение в США, Швеции, Западной Германии и других странах.

Цельные заготовки и заготовки для склейки получаются в процессах раскроя досок по длине и ширине. В производстве таких заготовок почти полностью используется вся годная древесина. Производство клееных заготовок связано с дополнительными затратами. Поэтому раскрой досок необходимо вести

с расчетом максимального выхода цельных заготовок. Использование остальной годной маломерной древесины для выработки заготовок на склейку — задача второго порядка, но очень важная, так как позволяет более рационально использовать древесину. Опытные работы МЛТИ по раскрою обрезных и необрезных досок на цельные заготовки и заготовки для склейки дали высокий выход пилопродукции. В табл. 26 приведены показатели выхода цельных заготовок и заготовок для склейки при раскрое досок по поперечно-продольному и продольно-поперечному способам (опытные данные МЛТИ).

Таблица 26

Выход заготовок для мебели из необрезных еловых досок разной сортности

Вырабатываемые заготовки	Выход заготовок от объема необрезных пиломатериалов по сортам, %:			
	0 — I	II	III	IV
Продольно-поперечный способ раскроя досок				
Только цельные заготовки	50,5	49,7	39,8	41,8
Цельные и для склейки по ширине заготовки с параллельными кромками	69,4	64,6	60,7	60,8
Цельные и для склейки по ширине заготовки, опиленные по сбегу	74,1	68,1	62,9	64,2
Цельные и для склейки по ширине заготовки, опиленные по сбегу, а для склейки по длине — с параллельными кромками	77,9	74,0	69,9	71,2
Поперечно-продольный способ раскроя досок				
Только цельные заготовки	55,5	47,2	35,4	38,4
Цельные и для склейки по ширине заготовки с параллельными кромками	65,4	58,3	51,7	51,3
Цельные и для склейки по ширине заготовки, опиленные по сбегу	69,4	61,3	53,7	54,3
Цельные и для склейки по ширине заготовки, опиленные по сбегу, а для склейки по длине — с параллельными кромками	73,3	66,1	63,7	64,6

Данные табл. 26 показывают, что производство цельных и клеенных по ширине и длине заготовок из пиломатериалов III сорта позволяет увеличить их выход по сравнению с производством только цельных заготовок в 1,8 раза, а из пиломатериалов I сорта, в 1,33 раза. Из табл. 26 видно преимущество продольно-поперечного раскроя досок низкой сортности перед поперечно-продольным их раскроем на цельные заготовки и за-

готовки для склейки. Более подробно производство клееных заготовок рассматривается в курсах: «Производство клееных материалов и плит», и «Технология изделий».

§ 5. ОСОБЕННОСТИ РАСКРОЯ БРЕВЕН ПО РАЗВАЛЬНО-СЕГМЕНТНОМУ И БРУСОВО-СЕГМЕНТНОМУ СПОСОБАМ

Развально-сегментный и брусово-сегментные способы раскроя сырья применяются в специальных производствах для выработки радиальной и тангенциальной продукции (см. рис. 9 и рис. 10).

Радиальные пиломатериалы необходимы для изделий, в которых требуется повышенная плотность соединяемых деталей (винные и заливные бочки, настилы полов, палуб и т. п.). Продукция радиального распила обладает резонансными свойствами, что очень важно в производстве музыкальных инструментов. Кроме того, радиальные пиломатериалы имеют красивую текстуру, поэтому незаменимы в изготовлении декоративных изделий и поделках.

Тангенциальные пиломатериалы используются для обеспечения изделиям повышенных эксплуатационных свойств, например лучшего скольжения и меньшей истираемости подошвы массивных лыж, изготовленных из древесины березы, а также для изготовления декоративных изделий.

К пиломатериалам радиального и тангенциального распила обычно предъявляются высокие требования и по качеству древесины; допускаемые пороки в них весьма ограниченны. Поэтому для выработки радиальной и тангенциальной пилопродукции используют наиболее качественное пиловочное сырье. Радиальные необрезные пиломатериалы, вырабатываемые развально-сегментным способом, раскраивают продольными резами на три доски: одну обрезную и две доски с одной обрезной кромкой. Из сегментов вырабатывают только доски с одной обрезной кромкой (см. рис. 9).

Для выработки радиальных пиломатериалов с одной обрезной кромкой развально-сегментным способом пригодны преимущественно крупномерные бревна, из которых можно вырабатывать доски с одной обрезной кромкой минимально допустимых размеров по ширине в вершинном конце. По этому способу формирование ширины досок с одной обрезной кромкой, равной ширине заготовок щитового типа, производится на стадии раскроя бревен на пиломатериалы, а для выработки из них заготовок на следующей стадии требуется их раскроить на длину заготовок, а затем обрезать у них обзольные кромки. Таким образом, этот способ по использованию древесины аналогичен продольно-поперечному способу раскроя досок, полученных развальным и развально-брусовым способами, при которых получаются минимальные отходы при раскрое.

При раскрое досок с одной обрезной кромкой улучшается использование сбеговой зоны досок и уменьшаются отходы в обзольные рейки, так как в этом случае пласти досок идут по радиусам или близким к ним направлениям (см. главу 4, § 3). При этом существенно уменьшаются потери годной древесины вместе с вырезками пороков, недопустимых в заготовках, увеличивается выход длинномерных заготовок.

В производстве клепки при развально-сегментном способе раскроя бревен существенно увеличивается выход клепки для заливных и уменьшается для сухотарных бочек. В производстве клепки для сухотарных бочек допускаются бóльшие пороки, чем в клепке для заливных бочек.

Развально-сегментный способ раскроя бревен применяют не только для выработки радиальных пиломатериалов. По этому способу можно вырабатывать пиломатериалы, предназначенные для производства настилов без склейки и клеенных по ширине панелей и щитов. Развально-сегментный способ раскроя позволяет лучше использовать сбеговую зону бревен и уменьшить отходы в обзольную рейку. Из угловых реек, получаемых при распиловке сегментов, можно вырабатывать профильные плинтусы и другие материалы, что еще больше увеличивает коэффициент использования древесины при изготовлении изделий. Для выработки развально-сегментным способом пиломатериалов, предназначенных для настилов, клееных панелей и щитов должны использоваться также крупномерные бревна, которые по качеству отвечают требованиям выработки конечной продукции.

Брусово-сегментный способ раскроя бревен применяется для выработки тангенциальных пиломатериалов высокого качества. Выработка таких пиломатериалов по этому способу возможна из крупномерного сырья, позволяющего получить из зоны бруса и сегментов минимально необходимую ширину пиломатериалов. При этом качественные пиломатериалы будут получаться из периферийной, а низкосортные — из центральной зоны бруса. По сравнению со всеми другими способами этот раскрой бревен отличается тем, что дает больше отходов.

Глава 5. ПЛАНИРОВАНИЕ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ НА ВЫРАБОТКУ ПИЛОПРОДУКЦИИ

§ 1. ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИХ РЕШЕНИЯ

Планирование раскроя пиловочного сырья является завершающим разделом теории раскроя бревен. Здесь обобщаются методы и способы выработки продукции по спецификациям потребителей с высокими технико-экономическими показате-

лями использования сырья. Конечная цель раскроя древесины — это получение пилопродукции, необходимой для выработки изделий. Процесс производства конечной пилопродукции складывается из двух стадий. Первая стадия — это раскрой бревен на пиломатериалы (лесопильные цехи), вторая — раскрой пиломатериалов на заготовки нужного качества и размеров (раскройные цехи предприятий, вырабатывающих изделия). Раскрой бревен на доски и деление досок на заготовки это органическая часть единого технологического процесса, в результате которого получается пилопродукция определенного качества и размеров. Обособленность этих двух стадий раскроя часто приводит к тому, что лесопильные цехи выпускают пиломатериалы без учета дальнейшего их использования. Эти пиломатериалы — неспецификационные. Последующее их использование приводит к увеличению отходов. Поэтому в теории раскроя пиловочного сырья придается особое значение выработке спецификационных пиломатериалов, которые отвечают требованиям потребителей по размерам и качеству. Увеличение выпуска спецификационных пиломатериалов для всех потребителей (экспорт и внутрисоюзное потребление) выгодно экономически не только для лесопильных предприятий, но и для всего народного хозяйства.

Лесопильное производство перерабатывает пиловочное сырье различных древесных пород неодинаковое по диаметрам и длинам, а также по качеству. Распиловка такого разнородного сырья без надлежащего подбора его по размерам и качеству и без заблаговременно составленного плана раскроя приводит к большим потерям древесины в отходы как в процессе раскроя, так и при дальнейшем использовании пиломатериалов.

Как показала практика, наиболее приемлемой системой планирования раскроя сырья оказалось составление плана на месяц.

Перед планированием раскроя сырья на спецификационные пиломатериалы необходимо:

1) установить выгодные способы раскроя бревен, при которых можно получить наилучшие показатели по объемному, посортному и спецификационному выходам пиломатериалов;

2) провести анализ возможности выполнения заданной спецификации пиломатериалов из сырья, подлежащего распиловке;

3) перед распиловкой установить признаки и необходимую степень дробности сортировки сырья по размеру и качеству;

4) составить план раскроя сырья, подлежащего распиловке, на пиломатериалы заданной спецификации;

5) определить специализацию лесопильных потоков по размерам распиливаемого сырья и их загрузку;

6) составить календарный график распиловки сырья;

7) обеспечить контроль за ходом выполнения плана раскроя, его корректировку и учет выхода пилопродукции.

Внедрение ежемесячной системы планирования раскроя и сортировки сырья перед распиловкой по размерам и качеству дает большой экономический эффект не только за счет улучшения показателей по раскрою сырья (увеличение общего объемного и спецификационного выхода и увеличение выхода высококачественных пиломатериалов), но и за счет повышения производительности труда в лесопильном цехе. Планирование раскроя сырья улучшает организацию производства предприятия, начиная от приемки сырья и кончая отгрузкой готовой продукции. Планирование раскроя сырья — это база научной системы управления лесопильным производством.

Исходные данные для составления плана раскроя сырья следующие: спецификация пиломатериалов, подлежащих выработке; спецификация пиловочного сырья, предназначенного к распиловке; нормативы посортного выхода пиломатериалов разных размеров из сырья различных пород, качества и размеров.

Объем работ по планированию раскроя сырья не может быть одинаковым для действующих и проектируемых предприятий. На действующих предприятиях технология производства заготовок и раскроя сырья известны. Если они приемлемы, то устанавливается состав и потребное количество пиломатериалов для производства заготовок и составляется план раскроя сырья. Для проектируемых предприятий прежде всего разрабатывается наиболее экономичная технология производства заготовок и раскроя сырья, а затем уже определяется состав потребных пиломатериалов и составляется план раскроя.

Разработка новой технологии производства заготовок и раскроя сырья необходима и для действующих предприятий, так как она с течением времени может устареть.

§ 2. РАСЧЕТ ПОТРЕБНЫХ ЗАГОТОВОК И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

Исходные материалы для расчета потребных заготовок и пиломатериалов дает план выпуска изделий и габаритные размеры деталей, которые берут из рабочих чертежей:

$$v_д = \frac{l_д b_д m_д n}{10^9} \text{ м}^3, \qquad (68)$$

где $l_д$, $b_д$, $m_д$ — соответственно длина, ширина и толщина детали по чертежу, мм;

n — количество одноименных деталей, которое должно быть сделано в течение планируемого периода.

Фактический объем деталей будет меньше габаритного примерно на 5—15%, так как в деталях имеются шипы, гнезда, проушины калевки и т. п., какие не учитываются при расчете потребных пиломатериалов.

Потребное количество заготовок $v_з$ на выработку деталей может быть представлено как произведение:

$$v_з = v_д k_з k_б \text{ м}^3, \tag{69}$$

где $v_з$ — объем потребных заготовок, м³;
$v_д$ — объем деталей, м³;
$k_з$ — коэффициент расхода заготовок на выработку деталей;
$k_б$ — коэффициент расхода, который учитывает отбраковку деталей по обработке и качеству древесины.

Коэффициент $k_з$ представляет отношение

$$k_з = \frac{v_з}{v_д}. \tag{70}$$

Габаритный объем заготовок может быть определен по формуле

$$v_з = \frac{(l_д + \Delta_l)(b_д + \Delta_b)(m_д + \Delta_m)\, n}{10^9}, \tag{71}$$

где $l_д$, $b_д$, $m_д$ — длина, ширина и толщина деталей, мм;
Δ_l, Δ_b, Δ_m — припуски на обработку заготовок до габаритных размеров деталей, мм;
n — количество одноименных деталей.

Припуски на обработку заготовок зависят от свойств древесины, ее влажности, точности размеров и формы заготовок и технологии изготовления деталей из заготовок.

Общий припуск по толщине (ширине и длине) может быть определен как сумма слагаемых (мм):

$$\Delta_о = \Delta_у + \Delta_1 + \Delta_2, \tag{72}$$

где $\Delta_о$ — общий припуск на обработку заготовки по толщине (ширине, длине), мм;
$\Delta_у$ — припуск на усушку, мм;
Δ_1 — припуск на первичную обработку заготовки, мм;
Δ_2 — припуск на повторную обработку деталей, входящих в блок или узел, мм.

Припуск на усушку до 15% влажности дается при выработке пиломатериалов. Величина припуска на усушку $\Delta_у$ древесины в заготовках до конечной влажности (например, 8%) может быть определена в миллиметрах по формуле

$$\Delta_у = \frac{m\,(W_{15} - W_к)\,k}{100}, \tag{73}$$

где m — размер детали, по толщине (ширине, длине), мм;
W_{15} — влажность пиломатериала при номинальных размерах, равная 15%;
$W_к$ — требуемая конечная влажность детали, %;
k — коэффициент усушки.

Припуски на первичную обработку Δ_1 могут быть определены по ГОСТ 7307—66 «Детали деревянные. Припуски на механическую обработку». Когда детали проходят операции циклевания и шлифования, в припуск на обработку необходимо добавлять по 0,2—0,3 мм на сторону. Припуски по длине детали на оторцовку двух концов рекомендуется принимать от 15 до 30 мм (меньшее значение — для узких и малоответственных деталей, большее — для широких и ответственных деталей).

Заготовки могут быть кратными деталям по толщине, ширине и длине. В этом случае заготовки должны иметь дополнительные припуски на пропилы для распиловки их на детали. Припуск на повторную обработку Δ_2 дается для деталей, входящих в блоки, щиты, узлы, и деталей, которые требуют устранения провесов, неточностей сборки и т. д. На повторную обработку деталей в узлах по толщине и ширине принимается припуск в пределах 1,5—3 мм на одну сторону. Для щитов припуск по длине на повторную обработку составляет 15—20 мм.

Коэффициент расхода деталей $k_б$, который учитывает отбраковку деталей по качеству обработки и качеству древесины, при транспортировке, укладке и хранении может быть определен опытным путем. По нормам Всесоюзного проектно-конструкторского и технологического института мебели (ВПКТИМ) рекомендуется, в зависимости от породы древесины, принимать на отбраковку от 3 до 7% к объему необходимых деталей. Тогда, $k_б$ будет в пределах от 1,03 до 1,07.

Потребное количество пиломатериалов на выработку заготовок определяют или на основе коэффициента расхода пиломатериалов $K_п$, или на основе процента выхода заготовок из пиломатериалов $P_з$ по формулам:

$$V_п = V_з K_п \text{ или } V_п = \frac{V_з 100}{P_з} \text{ м}^3.$$

Коэффициент расхода пиломатериалов и процент полезного выхода заготовок из пиломатериалов находят опытным путем. Они зависят от породы древесины пиломатериалов, степени их обработки (обрезные, необрезные), сортности, размеров заготовок, требований к их качеству и возможности изготовления наряду с цельными и клееных заготовок.

Усредненные нормативные показатели коэффициента расхода пиломатериалов и процента полезного выхода по группам заготовок, видам и сортности пиломатериалов приводятся в специальной литературе и в справочных изданиях.

Расчет размеров и объема заготовок и требующихся пиломатериалов для их изготовления рекомендуется систематизировать в ведомости (форма 1). На основе ведомости расчета потребных пиломатериалов для выработки заготовок на все виды изготовляемых предприятием изделий составляется спецификация требующихся пиломатериалов.

Форма 1

Ведомость расчета потребных пиломатериалов на выработку заготовок на _____ изделий (указать наименование)

Наименование деталей	Порода древесины	Количество деталей на изделий	Тип детали	Цельные или клееные	Размеры деталей по чертежу, мм			Габаритный объем деталей на изделий, м³	Кратность заготовок				Количество заготовок на изделие	Припуск на обработку заготовок с учетом их деления на одинарные заготовки, мм		
					Толщина	Ширина	Длина		по толщине	по ширине	по длине	общая		Толщина	Ширина	Длина
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Продолжение формы 1

Размеры заготовок с учетом их кратности и припусков на обработку, мм			Объем заготовок на изделий, м³	Коэффициент расхода заготовок с учетом отбраковки	Объем заготовок с учетом отбраковки, м³	Потребные пиломатериалы						Объем потребных пиломатериалов, м³
						Степень обработки	Размеры, мм			Сорт	Выход заготовок, %	
Толщина	Ширина	Длина					Толщина	Ширина	Длина			
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

§ 3. СПЕЦИФИКАЦИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ВЫРАБОТКЕ

До начала составления плана раскроя сырья на пиломатериалы необходимо установить состав пиломатериалов по объему, степени обработки, размерам и качеству, т. е. составить спецификацию пиломатериалов. Общий объем выпускаемых пиломатериалов задается в плане предприятия на 1 месяц, выполнение которого обязательно. Размерный и качественный состав пиломатериалов устанавливается совместно с потребителями примерно за 10 дней до планируемого периода. Должны быть получены спецификации-задания от всех потребителей-заказчиков, в том числе и от своих деревообрабатывающих цехов. Возможность выполнения заказов по спецификациям потребителей должна быть проверена также до наступления планируемого периода. Для этого необходимо составить сводную спецификацию пиломатериалов. В этой спецификации указывают породу древесины, вид пиломатериалов (обрезные, необрезные), их размеры (толщину, ширину и длину), сорт и объем каждого сорта и размера, выраженный в кубических метрах.

Спецификацию пиломатериалов можно составлять без особых подробностей, с объединением нескольких сортов в одну качественную группу, если потребитель не требует поставки пиломатериалов раздельно по сортам. Сводную спецификацию рекомендуется составлять по форме 2.

Форма 2

Сводная спецификация пиломатериалов

Порода древесины _____

№ п. п.	Вид пиломатериалов	Сорт	Размеры, мм			Количество пиломатериалов, м³	% от всего количества
			Толщина	Ширина	Длина		
1	Обрезные						
	Итого обрезных						
2	Необрезные						
	Итого необрезных						
	Всего:						

Спецификацию на экспортные пиломатериалы называют стокнотом. Его составляют обычно на 1000 м³, причем отдельно на бессортные доски, доски IV и V сортов, и сводные. В соответствии со стокнотом на 1000 м³ количество пиломатериалов пересчитывают по всему заданию.

§ 4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ, ПОДЛЕЖАЩЕГО РАСПИЛОВКЕ

Для составления плана раскроя необходима спецификация имеющегося или ожидаемого пиловочного сырья по породам древесины, сортам и размерам толщины и длины. При сезонной доставке сырья к заводу по воде спецификацию сырья на планируемые периоды летнего сезона (летняя распиловка) следует составлять с учетом размерного и качественного состава сырья по среднегодовой спецификации за прошлый год и ожидаемых изменений в составе сырья на планируемый период. Среднегодовую спецификацию сырья за прошлый год и спецификацию на планируемый период рекомендуется составлять по форме 3.

Форма 3

Спецификация пиловочного сырья, намечаемого к распиловке,

в _____ месяце . . . . . года

Диаметр, см	Длина, м	I сорт		II сорт		III сорт		IV сорт		Итого	
		Количество, шт.	Объем, м³	Количество, шт.	Объем, м³	Количество, шт.	Объем, м³	Количество, шт.	Объем, м³	Количество, шт.	Объем, м³
14	4,5										
	5,0										
	5,5										
	6,0										
	6,5										
Итого											
16	4,5										
	5,5										
	6,5										
Итого											
и т. д.											
Всего	—										

В спецификацию на планируемый период зимнего сезона включают состав имеющегося в наличии сырья. При этом за основу берут данные поштабельного учета бревен и состав ожидаемого сырья на планируемый период. При сухопутной круглогодовой доставке сырья к заводу на ожидаемое сырье тоже составляют спецификацию, но для этого за основу принимают данные предыдущего периода на 3—6 месяцев.

§ 5. ВЫБОР СПОСОБА РАСКРОЯ БРЕВЕН

На основе спецификаций устанавливают наиболее рациональные способы раскроя пиловочного сырья, которые обеспечат выработку пиломатериалов по спецификациям потребителей при наименьших затратах сырья и труда. При выборе способа раскроя необходимо руководствоваться положениями, изложенными в теории раскроя сырья.

Для выработки чистообрезных длинномерных пиломатериалов с преобладающим количеством досок одной ширины наиболее экономичным будет брусовый способ раскроя сырья. При этом способе обеспечивается выработка пиломатериалов одной ширины, лучше используются качественные особенности сырья, обеспечивается более высокий объемный выход пиломатериалов, чем при развальном способе раскроя.

Развальный способ раскроя обычно применяют для выработки обрезных пиломатериалов разной ширины при распиловке тонкомерных бревен диаметром 14—16 см и при выработке необрезных пиломатериалов, предназначенных для последующего раскроя на заготовки. Для выработки цельных заготовок и заготовок для склеивания наиболее рациональным по использованию древесины является развально-сегментный способ раскроя сырья. Способ распиловки сырья определяют также с учетом имеющегося оборудования и специальных требований к пиломатериалам по расположению пластей по отношению к направлению годовых слоев древесины.

§ 6. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ИЗ СЫРЬЯ, ПОДЛЕЖАЩЕГО РАСПИЛОВКЕ

В планировании раскроя анализ возможности выполнения спецификации — очень важный этап. Анализ возможности выполнения спецификации пиломатериалов проводят по трем показателям: объемному, посортному и размерному (толщине, ширине и длине) выходу пиломатериалов из имеющегося сырья. Общий объем пиломатериалов, подлежащих выработке, должен соответствовать их выходу из распиливаемого сырья с учетом принятого процента выхода. Полезный выход пиломатериалов зависит от размеров бревен, пиломатериалов, от их вида по степени обрезки, сортности сырья и способов распиловки.

При раскрое сырья брусовым способом общий полезный выход обрезных длинномерных пиломатериалов, в зависимости от диаметра бревен, составляет 53—64% (см. табл. 3). При развальном способе распиловки на необрезные доски общий полезный выход пиломатериалов достигает 72%. При развально-сегментном способе раскроя сырья выход обрезных досок и досок с одной обрезной кромкой составляет 74—76%, а с учетом выхода угловых реек, которые могут быть использованы для выработки профильных погонажных изделий (плинтусов, обкладок и т. п.) или для выработки клееных брусковых деталей, может доходить до 80—82%.

Требуемый объемный выход определяется отношением объема пиломатериалов по сводной спецификации к объему сырья, предназначенного к распиловке. При выбранном способе раскроя сырья полученный показатель выхода следует сопоставить с возможным. Если требуемый процент выхода больше возможного, то сводная спецификация пиломатериалов не может быть выполнена в полном объеме. В этом случае спецификацию следует откорректировать, а изменения в ней согласовать с заказчиками — потребителями продукции.

Анализ возможности выполнения спецификации пиломатериалов по посортному выходу имеет особо важное значение для выработки пиломатериалов высших сортов. Для определения возможного выхода пиломатериалов высших сортов из сырья, намеченного к распиловке, следует пользоваться нормативными данными по выходу пиломатериалов из сырья разного качества. Эти данные основаны на результатах опытных распиловок или итогах распиловки сырья за предыдущий период. На основе нормативных данных по посортному выходу пиломатериалов из бревен различных диаметров и сортов можно определить возможный выход пиломатериалов по сортам из сырья, предназначенного к распиловке. Для этого необходимо знать соотношение сырья по сортам и размерам.

На основе нормативных показателей можно определить выход пиломатериалов из сырья по каждому сорту и по группам сортов по формуле

$$A = \frac{P_1Q_1 + P_2Q_2 + P_3Q_3 + P_4Q_4}{100}, \qquad (74)$$

где P_1, P_2, P_3, P_4 — нормативы выхода пиломатериалов определяемого сорта из бревен I, II, III и IV сортов, %;

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 — количество бревен I, II, III и IV сортов, %.

Установленный возможный посортный выход следует сравнить с требуемым посортным составом пиломатериалов по спецификации. Разница между возможным и потребным выходом покажет возможность выполнения спецификации пиломатериалов по качеству, а также направление ее корректировки.

При любом способе распиловки сырья необходимо предварительно проанализировать возможность выполнения спецификации пиломатериалов по размерам толщины. В спецификации пиломатериалов следует выделять толстые пиломатериалы, которые целесообразно получать из средней зоны бревен, и тонкие — из боковой зоны. В группу толстых пиломатериалов входят в основном доски толщиной 32 мм и более и шириной 100 мм и более. Объем толстых пиломатериалов при распиловке бревен развальным и брусово-развальным способами может составлять 65—70% от всех пиломатериалов. Следовательно, на долю тонких пиломатериалов, получаемых из боковой зоны бревен, приходится 30—35%. Таким образом, если удельная масса толстых пиломатериалов в спецификации будет превышать 70%, то выработка их окажется возможной при существенном снижении полезного использования сырья, что можно допустить только в отдельных случаях. Преобладание в спецификации тонких пиломатериалов дает более широкие возможности для ее выполнения.

Анализ возможности выполнения спецификации по ширине и длине пиломатериалов необходимо производить только при выработке обрезных длинномерных пиломатериалов заданных размеров. Выход пиломатериалов заданной ширины можно получить при брусово-развальном способе распиловки из зоны бруса, которая составляет около 50% от всего объема сырья, или около 65—70% от всего выхода пиломатериалов.

В периферийных зонах бревен при распиловке брусово-развальным способом и по всему поперечному сечению бревен при распиловке развальным способом возникнет рассеивание ширины досок, вследствие чего из этих зон следует вырабатывать обрезные доски разной стандартной ширины, а еще лучше — необрезные доски, предназначенные для последующего раскроя на заготовки щитового типа.

Выход пиломатериалов заданной ширины из брусовой зоны для подсчета может быть принят в размере 50% от объема сырья каждого диаметра. Ширина досок, выпиливаемых при брусовке из бревен разного диаметра, может колебаться от 0,6 до 0,8 диаметра бревен. При определении возможного выхода по ширине целесообразно вести расчет на высоту бруса 0,8 от диаметра распиливаемых бревен, так как эта высота наибольшая и обеспечивает получение наиболее широких пиломатериалов. Показатели по удельному весу сырья разного диаметра и по ширине выпиливаемых из него пиломатериалов позволяют определить приближенный выход пиломатериалов по ширине. Расчет возможного выхода толстых пиломатериалов по ширине рекомендуется вести по форме 4. В этой форме приведен пример расчета, где между возможным и потребным выходом пиломатериалов по одной ширине, 192 мм (180 мм), имеется разрыв равный 0,6%. Следовательно, спецификацию следует подкорректировать или

предусмотреть получение недостающего объема пиломатериалов указанной ширины развальным способом распиловки из бревен меньших диаметров.

Форма 4

Анализ возможности выполнения толстых пиломатериалов по ширине (при высоте бруса 0,8 диаметра бревна)

Диаметр бревен, см	Наличие бревен по спецификации сырья, %	Максимально возможная высота бруса (ширина досок), мм	Возможный выход пиломатериалов из брусовой зоны, % от распиленного сырья		Потребный выход пиломатериалов по ширине по спецификации, нарастающим итогом, %	Разница между возможным и потребным выходом пиломатериалов, %	
			по диаметрам бревен	нарастающим итогом		+	—
1	2	3	4	5	6	7	8
36	6,2	288	3,1	3,1	—	3,1	—
34	7,0	272	3,5	6,6	—	6,6	—
32	8,0	258	4,0	10,6	4,3	6,3	—
30	8,6	240	4,3	14,9	4,3	10,6	—
28	9,8	224	4,9	19,8	15,1	4,7	—
26	12,4	208	6,2	26,0	21,7	4,3	—
24	11,6	192	5,8	31,8	32,4	—	0,6
22	10,0	176	5,0	36,8	32,4	4,4	—
20	9,6	160	4,8	41,6	41,0	0,6	—
18	6,8	144	3,4	45,0	44,7	0,3	—
16	5,2	128	2,6	47,6	46,9	0,7	—
14	4,8	112	2,4	50,0	50,0	—	—
Итого	100,0		50,0				

Анализ возможности выполнения спецификации пиломатериалов по длине проводят в случае, когда длинные пиломатериалы (от 3 м и более) в спецификации превышают 80—83%. После согласования с потребителем необходимых изменений спецификация пиломатериалов должна быть составлена в окончательном виде.

§ 7. СУЩНОСТЬ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ НА СМЕНУ И НА МЕСЯЦ

Сущность сменной системы планирования раскроя сырья заключается в составлении поставов на выработку пиломатериалов из сырья в течение смены, а иногда и суток. Такая система планирования имеет широкое распространение на предприятиях, но она имеет свои недостатки: не позволяет заранее определить рациональность использования сырья с учетом всего ассортимента пиломатериалов, подлежащих выработке в течение

месяца или более длительного периода. При этой системе планирования часто приходится вырабатывать высококачественные пиломатериалы из низкокачественного сырья, поступающего в течение смены, с низким выходом спецификационных пиломатериалов и большим отпадом досок в так называемые «обычные», неспецификационные пиломатериалы. И, наоборот, высококачественное сырье может быть использовано на выработку пиломатериалов среднего и низкого качества. Аналогичное несоответствие наблюдается также в отношении размеров требуемых пиломатериалов и распиливаемого сырья. При сменной системе планирования раскроя сырья не создаются условия для полного выполнения заданной спецификации пиломатериалов.

Гораздо удобнее и эффективнее планирование раскроя сырья на более длительный период — месяц, квартал, сезон. В таких планах предусматривается и сортировка сырья, что имеет существенное значение в рациональном использовании древесины и получении пиломатериалов в соответствии со спецификациями. На основе исходных данных для плана раскроя составляют систему поставов бревен, что в основном и обеспечивает выработку пиломатериалов заданных размеров и качества.

Решение задачи удобного для производства планирования может иметь много вариантов. Многие системы поставов могут обеспечить выработку из одного и того же сырья одинаковых по составу или близких по степени использования пиломатериалов. Главное при составлении плана — это создание такой системы поставов, которая обеспечит наивысшие показатели рационального использования сырья и выхода пилопродукции по сортам, объему, как указано в спецификациях. Недооценка планирования раскроя сырья приводит к перерасходу древесины, увеличению отходов и снижению производственных показателей предприятия.

§ 8. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА РАСКРОЯ СЫРЬЯ НА МЕСЯЦ

План раскроя составляется на весь объем сырья, предназначенный к переработке в течение месяца, или на 1000 м^3. В последнем случае спецификацию сырья пересчитывают на объем 1000 м^3 с сохранением в ней удельных соотношений размеров и качества бревен, указанных в спецификации, составленной на месяц. Сводную спецификацию пиломатериалов на планируемый период также пересчитывают с сохранением процентного соотношения размеров и сортов пиломатериалов на объем, который соответствует планируемому полезному их выходу из 1000 м^3 сырья. В зависимости от выбранного способа распиловки объем расчетной спецификации пиломатериалов из 1000 м^3 сырья может составлять 550—700 м^3.

При составлении плана раскроя сырья в первую очередь необходимо выделить пиломатериалы наиболее трудные для вы-

работки. К таким относятся широкие и тонкие пиломатериалы высших сортов. Их можно получить только из высококачественных зон пиловочного сырья высшего сорта и крупного диаметра. Из пиломатериалов равноценных по размерам и качеству наиболее трудно вырабатывать продукцию высших сортов, которая преобладает в спецификации. Их выработка потребует большого количества сырья высших сортов.

К наименее трудным для выработки относятся следующие пиломатериалы:

обрезные высших сортов разной ширины, которые требуются в незначительном количестве, так как их можно получить из высококачественных зон бревен как попутный выход;

обрезные одних и тех же размеров, но разной сортности, которые вырабатываются в зависимости от их соотношений по сортам из сырья III и даже IV сортов;

обрезные низших сортов и необрезные всех сортов, которые можно получить из сырья любой сортности или как попутный выход при выработке трудных пиломатериалов.

Постава для плана раскроя следует составлять последовательно, по трудности выработки пиломатериалов. Наряду с пиломатериалами трудными для выработки в постава следует включать и менее трудные, как попутный выход, что будет способствовать лучшему использованию сырья.

Все постава, внесенные в план раскроя, следует группировать в ведомости (форма 5) или в картотеке, которые будут использованы при составлении плана раскроя на следующий период.

После составления и расчета каждого постава необходимо сразу же определить объем сырья, распиливаемого по поставу, а также выход из него пиломатериалов и занести их в план раскроя (форма 6). Такая последовательность составления поставов и плана раскроя создает возможность выбора и закрепления сырья для выработки наиболее трудных пиломатериалов, на которые требуется сырье высших сортов и крупных размеров.

По мере составления плана раскроя и закрепления лучшего сырья для трудно вырабатываемых пиломатериалов будет уменьшаться количество сырья хорошего качества и больших размеров. Одновременно с этим будет сохраняться возможность выработки остальных (по спецификации) пиломатериалов из оставшегося разнообразного сырья по размерам и качеству. На сортименты пиломатериалов, которые преобладают в спецификации, постава составляют из бревен нескольких диаметров.

Составление и расчет поставов — очень важный и ответственный этап в планировании раскроя сырья. Он определяет рациональность использования древесины при раскрое. В связи с этим при составлении и расчете поставов необходимо учитывать теоретические и практические рекомендации по объемному и качественному использованию сырья. Это касается охвата бревна

Форма 5

Ведомость поставов на распиловку бревен

№ поставов	Диаметр бревна, см	Длина бревна, м	Объем бревна, м³	Сорт бревна	Постав (запись от центра)		Расход полупостава на одну доску, мм	Расстояние от центра до наружной пласти, мм	Номинальные размеры досок		Объем одной доски, м³	Полезный выход пиломатериалов				
					Количество досок	Толщина досок, мм			Ширина, мм	Длина, м		общий		в том числе по сортам, %		
												м³	%	0—2	3—4	0—4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Форма 6

План раскроя бревен на пиломатериалы

№ поставов по ведомости	Диаметр бревен, см	Длина, м	Сорт	Распиливаемое количество бревен по поставу, м³	Требуется напилить пиломатериалов, м³															
					Толщина, мм	50	50	40	40 и т. д.								25	25	19	
					Ширина, мм	200	200	180	180								Разная ширина			
					Длина, мм	5,0	5,0	5,0	5,0								Разная длина			
					Сорт	0—2	3—4	0—2	3—4								0—2	3—4	0—4	
					Объем, м³	30	50	40	60								80	70	140	
					Выход пиломатериалов по поставам															
					Всего, м³	в том числе отдельных сортиментов, м³														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	и т. д.

поставом, структуры поставов для сырья разных качественных групп, подбора толщины досок в постав, определения размеров ширины и длины досок, размеров бруса, использования сердцевинной и других зон.

Количество сырья, предназначенного к распиловке, в плане раскроя по каждому поставу определяется по количеству основного сортимента, включенного в постав, и по проценту выхода этого сортимента из бревна по формуле

$$v_с = \frac{v_п}{P_п} 100 \text{ м}^3,$$

где $v_с$ — объем требуемого сырья, м³,
$v_п$ — объем пиломатериала по спецификации, м³;
$P_п$ — выход пиломатериала от объема бревна, % (значение берется из граф 15 и 17, формы 5).

Может быть так, что по спецификации количество бревен окажется меньшим, чем требуется. В этом случае распиливают все сырье данного размера и сорта и определяют количественный и качественный состав всех пиломатериалов, получаемых по данному поставу.

Количество полученных пиломатериалов всех размеров и качества определяют по формуле

$$v_п = \frac{P_п v_с}{100},$$

где $v_п$ — объем сортимента пиломатериалов, полученного после распиловки сырья данного диаметра и сорта, м³;
$P_п$ — выход сортимента пиломатериалов из постава, % от объема бревна (значение берется из граф 15 и 17 формы 5);
$v_с$ — объем сырья данного диаметра и сорта по спецификации бревен, м³.

План раскроя бревен включает:

систему поставов на распиловку бревен с указанием номеров поставов, размеров, сортности и количества распиливаемого по ним сырья (форма 6, графы 1—5);

состав пиломатериалов, подлежащих выработке по спецификации, с указанием размеров, сортности и количества (графы 6—22, верхняя часть);

выход пиломатериалов по каждому поставу в целом и по отдельным сортиментам (графы 6—22, нижняя часть). При составлении плана раскроя необходимо вести подсчет выхода всех сортиментов и не допускать перепилов и недопилов. Опыт показал, что при последовательном внесении в план раскроя данных о выходе пиломатериалов по каждому поставу можно обеспечить полное устранение недопилов и перепилов. Перевыполнение (перепилы) по некоторым сортиментам допускается в случае, когда нет невыполнения (недопила) по всем другим

сортиментам, т. е. при пропорциональном увеличении общего объемного выхода пиломатериалов по плану раскроя.

По окончании составления плана раскроя подводятся итоги по распиленному сырью и полученным пиломатериалам. Вместе с этим определяется общий процент объемного и спецификационного выхода пиломатериалов, а также процент брусовки по сырью.

§ 9. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК РАСПИЛОВКИ СЫРЬЯ И СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РАСКРОЯ ПРИ ПЛАНЕ НА МЕСЯЦ

На основе плана раскроя составляется календарный план-график распиловки сырья. На основе плана-графика создается система оперативного управления процессом раскроя. Реальным будет тот план-график, который составлен с учетом сроков поставки пиломатериалов потребителям, возможности подбора и подачи на распиловку сырья должного размера и качества. Для большей части лесопильных заводов поставку пиломатериалов планируют только с указанием месяца отгрузки. Это позволяет составлять план-график распиловки на месяц без учета календарных сроков поставки пиломатериалов. В летних условиях при подаче сырья на распиловку по графику следует учитывать обьем сырья разного размера и качества, поступившего на лесопильный завод сплавом. В зимнее время план-график распиловки сырья составляют с учетом очередности разборки штабелей бревен и состава сырья, уложенного в штабеля.

Распиловку сырья и выполнение заданной спецификации пиломатериалов осуществляют обычно равномерно по месяцам в течение всего года. Удобная форма календарного плана-графика распиловки сырья на месяц — это подекадный график. На основании подекадного графика можно контролировать выполнение плана раскроя сырья и при необходимости вводить коррективы. Ниже приведена примерная форма календарного плана-графика распиловки сырья на месяц (форма 7). В условиях лесопильного завода декадный план-график распиловки сырья должен быть доведен до мастеров и рабочих лесопильного цеха, склада сырья и сортплощадки. На основе плана-графика следует подбирать и подавать сырье на распиловку, осуществлять распиловку на лесопильных рамах, обрезных и торцовочных станках, а также сортировать пиломатериалы на сортировочной площадке.

Организация работы на основе плана-графика немыслима без хорошо налаженного оперативного учета. Во избежание срыва работ по плану-графику необходимо правильно организовать первичный учет и отражать выполненные работы в плане-графике. На основе данных учета сменный мастер в конце смены может записать результаты своей работы в плане-графике распиловки сырья, что даст полную характеристику его выполнения. По

плану-графику легко установить невыполненные задания и принять меры к их выполнению. Если при составлении плана раскроя бревен и планов-графиков все расчеты выхода пиломатериалов были проведены с учетом действительных возможностей производства, то установленный в плане ассортиментный выход пиломатериалов будет обеспечен. Для приблизительного определения посортного выхода пиломатериалов в плане раскроя бревен фактически ассортиментный выход пилопродукции может отличаться от запланированного. Во избежание срыва выпуска пиломатериалов, предусмотренных спецификацией, необходимо вести учет планового и фактического выхода основных сортиментов. Отклонение от плана может быть вскрыто путем сопоставления плановых и фактических количеств.

Накопление данных фактического выхода пиломатериалов позволяет систематически повышать точность планирования раскроя, вскрывать различные недостатки в работе лесопильного цеха: неправильную обрезку досок, недостаточно внимательную и ответственную сортировку пиломатериалов, нарушения в подборе сырья и т. п. Систематический учет выхода спецификационных пиломатериалов заданных сечений по определенным поставам позволяет активно и последовательно улучшать качество подбираемых поставов и повышать выход спецификационных пиломатериалов.

План раскроя сырья и календарный график распиловки могут служить основным функцио-

Форма 7

Календарный план-график распиловки сырья на _____ месяц

№ поставов	Диаметр бревна, см	Сорт	Постав	Основной сортимент (сечение, сорт)	Всего распилить за месяц, м³	I декада												II декада												III декада											
						План, м³	Фактическое выполнение нарастающим итогом											Итого	План, м³	Фактическое выполнение нарастающим итогом												Фактическое выполнение нарастающим итогом										
							дата/смена													дата/смена												дата/смена										
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11	12	13	и т. д.								21	22	23	и т. д.								

нальным блоком в общей системе управления лесопильно-деревообрабатывающим предприятием. Главное требование, предъявляемое к этой системе, это обеспечение выполнения в указанные сроки выработки заданных объемов пиломатериалов определенных размерно-качественных групп. От четкости функционирования системы в значительной степени зависят показатели производственной деятельности предприятия и эффективность последующего использования пилопродукции.

Обобщенная модель системы управления лесопильным производством[1] показана на рис. 33, где $N_к$ — имеющееся на складе или ожидаемое к поступлению количество бревен k-й размерно-качественной группы;

n — общее количество размерно-качественных групп бревен;

Q_i' — заданный объем выработки пиломатериалов, i-й размерно-качественной группы;

m — общее количество размерно-качественных групп пиломатериалов, которые подлежат выработать;

Q_i'' — величина изменения вышестоящей организацией заданного объема пиломатериалов, i-й размерно-качественной группы;

Q_i''' — выработанный объем пиломатериалов i-й размерно-качественной группы;

Q_i — объем подлежащих выработке пиломатериалов i-й размерно-качественной группы;

P — регулирующие действия на производственный процесс.

Из рис. 33 видно, что система замкнутая и регулируется по отклонениям, в качестве которых выступают объемы пиломатериалов отдельных размерно-качественных групп, подлежащих выработке.

Функционирование системы заключается в следующем. Контролирующий орган (отдел сбыта), получив задание на плановый период

$$\left(\sum_{i=1}^{m} Q_i'\right)$$

и сведения о переходящих остатках на складе готовой продукции

$$\left(\sum_{i=1}^{m} Q_i''\right),$$

устанавливает отклонения, т. е. объемы подлежащих выработке пиломатериалов отдельных размерно-качественных групп:

$$\left(\sum_{i=1}^{m} Q_i\right).$$

Требование о выработке этих пиломатериалов с указанием сроков готовности отдельных партий контролирующий орган пере-

[1] Описание модели системы управления лесопильным производством дается по материалам Лаборатории АСУ лесопильным производством Карельского научно-исследовательского института лесной промышленности [56].

дает в регулирующий орган — производственно-диспетчерский отдел предприятия. Последний, учитывая данные об имеющемся на складе или ожидаемом к поступлению сырье

$$\left(\sum_{k=1}^{n} N_к\right),$$

а также запасы незавершенного производства (полуфабрикатов) и другие данные, вырабатывает регулирующее воздействие на производственный процесс P.

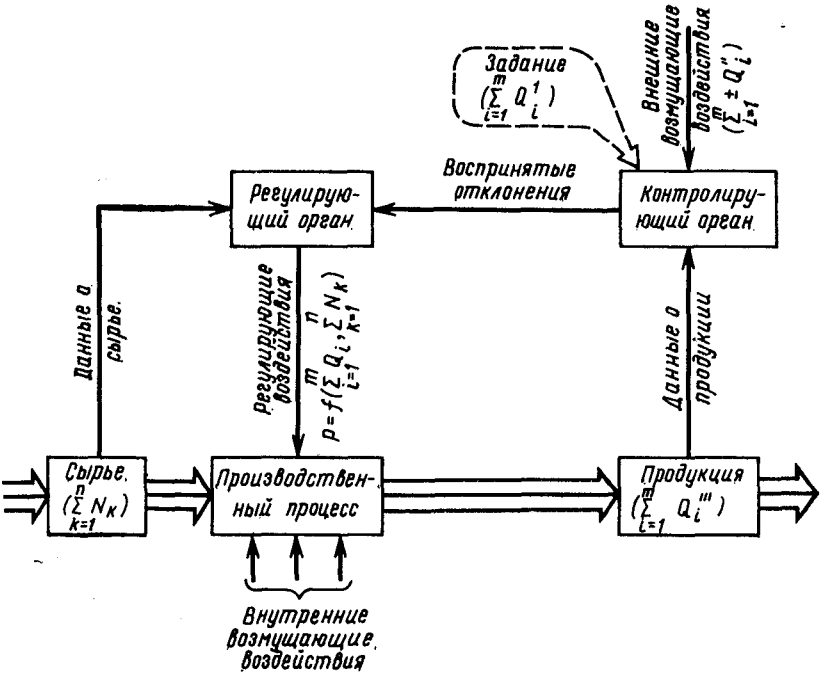


Рис. 33. Обобщенная модель системы управления лесопильным производством (по И. В. Соболеву)

Содержание регулирующих воздействий в значительной мере определяется заданными параметрами входа и выхода производственного процесса, т. е. характеристикой сырья и составом вырабатываемых пиломатериалов. В основе этих воздействий лежит план раскроя — система поставов на планируемый период с указаниями, какие количества бревен тех или иных размерно-качественных групп требуется раскроить по каждому из этих поставов, чтобы выполнить задание.

Как известно, в плане раскроя сырья не учитывается фактор времени, в частности сроки готовности отдельных партий пиломатериалов на протяжении всего планируемого периода. В связи

с этим план сопровождается календарным графиком, в котором указана определенная последовательность подачи на распиловку отдельных видов сырья, использования содержащихся в плане раскроя поставов, очередность доведения полуфабрикатов до товарного вида и комплектования партий готовой продукции. Обязательное условие четкого функционирования системы управления лесопильным производством это своевременная информация о запасах и движении сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, загрузке оборудования, а также о возникающих отклонениях от запланированного процесса производства.

Отклонения фактического процесса от запланированного часто обусловливаются неточностями или ошибками в расчетах выходов пиломатериалов при планировании раскроя сырья и внутренними возмущающими воздействиями (непоставная подача бревен в распиловку, образование технического брака, организационные нарушения и т. п.). Во избежание отрицательных последствий этих отклонений необходимо периодически корректировать план раскроя сырья, а следовательно, и календарный график и решения об уровнях и последовательности процедур пополнения буферных запасов лесоматериалов. При очередной корректировке учитываются остаток сырья, объемы пиломатериалов определенных размерно-качественных групп, подлежащих выработке до конца планового периода, и другие производственные данные. Периодичность корректировок может колебаться от недели до месяца.

Из изложенных общих принципов функционирования системы управления лесопильным производством очевидно, что данная система решает задачи планирования раскроя сырья, календарного планирования, регулирования буферных запасов лесоматериалов диспетчеризации и контроля за качеством продукции. Неотъемлемой частью системы является подсистема ее информационного обеспечения. Основные задачи рассматриваемой системы тесно связаны как между собой, так и с технологией, экономикой и организацией производства. Все это требует комплексного подхода к их решению, при котором обеспечивается соединение всех элементов системы управления в единую логическую схему, которая обеспечит достижение цели наиболее рациональным путем.

Самая перспективная форма комплексного подхода к решению отмеченных задач — это создание автоматизированной системы управления (АСУ) лесопильным производством на основе использования экономико-математический методов и современной вычислительной техники. Для этого основные задачи системы должны быть сформулированы с учетом их взаимосвязи в терминах кибернетики и соответствующих разделов прикладной математики.

В Карельском научно-исследовательском институте лесной промышленности (КарНИИЛП) на основе оптимального раскроя сырья разрабатывается и апробируется в производстве типовая

автоматизированная система оперативного планирования, учета и управления производством пиломатериалов на лесопильных предприятиях.

Первый этап АСУ предусматривает упорядочение потоков производственной информации, оперативную подготовку исходных данных, необходимых для оптимального раскроя сырья и регулирования производства, использование линейного программирования и ЭВМ при составлении и корректировках планов раскроя сырья.

§ 10. ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСКРОЯ СЫРЬЯ НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Все операции, связанные с планированием раскроя сырья, могут быть возложены на ЭВМ. Для этого могут быть использованы материалы по применению ЭВМ для планирования раскроя сырья, разработанные КарНИИЛП [55]. Разработанные алгоритмы и созданная система программ позволяют выполнять на ЭВМ расчеты поставов, оптимальных планов раскроя и производить технико-экономическую оценку последних для развального, брусового и смешанного (брусовка меньше 100%) способов раскроя бревен на обрезные пиломатериалы.

Структурная схема системы программ показана на рис. 34. Из этой схемы видно, что первым является блок ввода в ЭВМ исходной информации. Эта информация должна быть подготовлена на лесопильном предприятии и передана на вычислительный центр (ВЦ). Исходная информация о сырье задается с учетом принятой или возможной степени дробности сортировки сырья на данном предприятии. Количество бревен каждой размерной группы устанавливается на основании фактического наличия сырья на складе предприятия или на основании ожидаемого распределения сырья по диаметрам в штуках. В информацию о пиломатериалах включают полную спецификацию с выделением «основных» досок.

Для определения объемных и посортных выходов пиломатериалов в ЭВМ в качестве исходных данных вводят также нормативы ожидаемого посортного распределения из бревен разных качественных групп, потерь выхода из-за укорачивания досок, получаемых из брусовой зоны, и потерь выхода и рассеивания ширин боковых досок, которые подвергаются обрезке на обрезных станках. Все эти нормативы устанавливаются на основании статистики или опытным путем на данном предприятии. В условиях вычислительного центра вся исходная информация переносится на перфорированную ленту и вводится в ЭВМ, записывается на магнитную ленту и выводится для проверки на широкую печать.

Режим работы системы программ зависит от заданной доли брусовки сырья. При развальном способе его раскроя ($\beta=0$)

из двух параллельных блоков работает только левый, при 100%-ной брусовке ($\beta=1$) — только правый. Оба блока структурной схемы работают при смешанном способе раскроя сырья

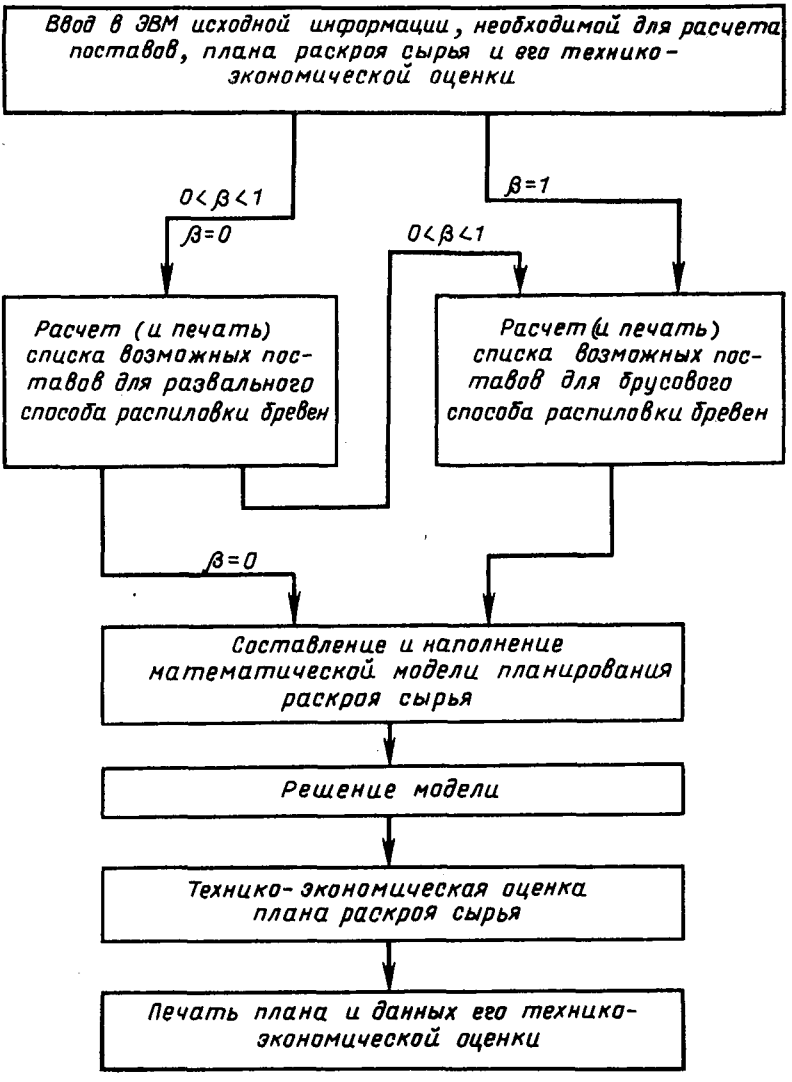


Рис. 34. Структурная схема системы программ для расчета на ЭВМ поставов и оптимальных планов раскроя сырья (по И. В. Соболеву)

($0<\beta<1$). Из двух отмеченных блоков первый обеспечивает расчет, оценку и (если это требуется) печать списка возможных поставов для развального, а второй — для брусового способа

распиловки бревен. Указанные списки включают возможные поставa, необходимые для получения пиломатериалов только требуемых в каждом конкретном случае сечений при заданной дробности сортировки сырья перед распиловкой. Эти списки выводятся на печать с учетом общепринятой записи поставов и указанием ожидаемых выходов отдельных видов пилопродукции при раскрое определенным поставом 100 бревен определенной размерной группы. Длина списков зависит от количества заданных размерных групп бревен, подлежащих выработке сечений пиломатериалов, технологических ограничений, учитываемых при расчете поставов, и ряда других факторов.

Модель расчета поставов разработана с учетом основных положений теории раскроя сырья на пиломатериалы и правил, диктуемых практикой лесопиления. Модель воспроизводит последовательность логических и математических операций, выполняемых технологом при составлении и расчете поставов. Последовательность операций по составлению и расчету поставов с помощью ЭВМ следующая:

1. По заданной ширине «основных» досок определяют диаметр бревен, из которых можно выпиливать заданные доски. При этом отношения высоты брусьев к вершинному диаметру бревен могут изменяться в пределах от 0,6 до 0,8.

2. Определяют ширину пропиленной пласти бруса.

3. По размерам досок определяют максимальный охват диаметра основным поставом. При этом минимальную длину досок устанавливают на основании заданной спецификации пиломатериалов с учетом поправки на укорачивание из-за неправильной формы бревен и других особенностей производственного характера. Сбег бревен может быть принят равным 1 см/м или дифференцированным в зависимости от диаметра.

4. Указанные в спецификации толщины досок заданной ширины проходят проверку на возможность вписания их в бревна выбранного диаметра как сердцевинных или центральных. Проверка осуществляется неравенствами:

$$m_{\text{ц}} > 0{,}08d + 0{,}007;$$

$$m_{\text{с}} > 0{,}0975d^{1{,}22} + 0{,}019,$$

где $m_{\text{ц}}$ и $m_{\text{с}}$ — минимально допустимая толщина соответственно центральных и сердцевинных досок с учетом припуска на усушку (м). В программе может быть предусмотрено ограничение (запрет) на включение центральных досок в постава для распиловки определенных размерных групп бревен.

5. После выбора определенной толщины досок в качестве сердцевинной (или центральной) устанавливаются возможные варианты раскроя пласти бруса на доски различных толщин. Логика установления возможных вариантов раскроя пласти бруса за пределами сердцевинной (или центральной) доски

представляет собой перебор и фиксирование всех возможных комбинаций различных толщин досок, сумма которых удовлетворяет следующему условию:

$$0 \leqslant a - \sum_{k=1}^{c} n_k m_k < m_1,$$

где a — ширина одной из симметричных частей пласти бруса в вершинном торце, находящейся за пределами сердцевинной (или центральной) доски, м;

m_k — одна из толщин досок с учетом припуска на усушку и пропила, м;

n_k — количество досок толщиной m_k, которое может быть вписано в рассматриваемую часть бруса a ($n=0$; 1; 2. ...);

m_1 — минимальная толщина досок, подлежащих вписанию в пласть бруса, м;

m_2 — максимальная толщина досок, подлежащих вписанию в пласть бруса, м.

Перебор начинают с толщины m_1 при последовательном включении в него толщин m_2, ..., m_{c-1}, m_c. Для каждого варианта раскроя пласти бруса определяют объемы вписанных досок.

6. Затем устанавливают возможные варианты раскроя боковых зон бревна для первого и второго прохода. Возможные сочетания толщин досок устанавливают таким же образом, как и при раскрое пласти бруса. Ширина боковых зон бревен определяется по формулам:

$$a_1 = \frac{A_{пр} - H}{2};$$

$$a_2 = \frac{A_{пр} - \Sigma m}{2},$$

где a_1 — ширина боковой зоны первого прохода (за брусом) м;

a_2 — ширина боковой зоны второго прохода (из бруса), м;

H — высота (толщина) бруса с учетом припуска на усушку, м;

Σm — сумма толщин досок, вписанных в пласть бруса, с учетом припусков на усушку и пропилов, м;

$A_{пр}$ — предельный охват поставом, м.

При переборе возможных вариантов раскроя боковых зон учитывают ограничения (запреты) на включение в постава:

досок, отличающихся по толщине менее чем на 5 мм;

определенного количества досок некоторых толщин;

крайних подгорбыльных досок, толщина которых меньше минимальных значений, установленных для бревен данного диаметра и качества;

числа досок, при котором общая сумма их вместе с досками брусовой части постава превысит максимально возможное ко-

личество досок первого или второго прохода для бревен данного диаметра.

7. Для каждой необрезной доски толщиной m_k, вписанной в боковую зону, перебирают все возможные спецификационные ширины обрезных досок. На основании этого перебора рассчитывают возможные длины обрезных досок с учетом нормативных потерь выхода — укорочения и рассеивания ширин, и вычисляют объем доски, а при необходимости и ее стоимость. Затем сравнивают все варианты раскроя доски и выбирают оптимальный с точки зрения объемного или ценностного выхода продукции. Размеры ширины и длины, а также объем и стоимость, соответствующие оптимальному варианту раскроя данной доски, фиксируются в ЭВМ.

8. Аналогичным образом находят и оптимальные варианты раскроя всех необрезных досок, вписываемых в боковые зоны бревна.

9. Затем компонуют постава, т. е. составляют сочетания из вариантов раскроя пласти бруса и боковых зон бревна.

После компоновки (составления) возможных поставов осуществляется их оценка по признаку объемного или ценностного выхода пиломатериалов и производится отбор определенного количества вероятно целесообразных поставов для включения их в математическую модель планирования раскроя сырья. Общее количество отбираемых поставов обусловливается в основном техническими возможностями ЭВМ, используемой для расчетов.

Общий вид математической модели планирования раскроя сырья представлен следующими уравнениями:

$$\sum_{k=1}^{n}\sum_{t=1}^{l_k} q_{itk}x_{tk} \geqslant Q_i, \qquad (i=1,\ 2,\ \ldots,\ m)$$

$$\sum_{k=1}^{n}\sum_{t=1}^{l_k} q_{itk}x_{tk} \leqslant Q_i^* \qquad (i=1,\ 2,\ \ldots,\ m^*)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n}\sum_{t=1}^{l_k} q_{itk}x_{tk} \geqslant Q,$$

$$\sum_{t=1}^{l_k} 100x_{tk} \leqslant N_k, \qquad (k=1,\ 2,\ \ldots,\ n)$$

$$\sum_{k=1}^{n'}\sum_{t=1}^{l'_k} 100V_k x_{tk} \geqslant (\rightarrow)\,(1-\beta)\,V;$$

$$F(x) = \sum_{k=1}^{n}\sum_{t=1}^{l_k} V_k x_{tk} = \text{мин.}$$

В результате решения данной модели устанавливается интенсивность использования рассчитанных поставов, т. е. выбирается

часть этих поставов и определяется количество бревен, подлежащих распиловке каждым из выбранных поставов. В модели обозначены:

n — общее количество размерных групп бревен;

l_k — общее количество возможных поставов для раскроя бревен k-й размерной группы;

q_{itk} — объем пиломатериалов i-го сечения, ожидаемый при раскрое t-м поставом 100 бревен k-й размерной группы, м³;

x_{tk} — количество сотен бревен k-й размерной группы, подлежащих раскрою t-м поставом;

Q_i — минимально допустимый объем выработки пиломатериалов i-го сечения, м³;

m — общее количество подлежащих выработке сечений пиломатериалов;

Q_i^* — максимально допустимый объем выработки пиломатериалов i-го сечения, м³;

m^* — количество сечений пиломатериалов, у которых ограничен максимальный объем выработки ($m^* \leqslant m$);

Q — общий объем подлежащих выработке пиломатериалов всех сечений $\left(Q \geqslant \sum_{i=1}^{m} Q_i\right)$;

N_k — заданное количество бревен k-й размерной группы, шт.;

n' — количество размерных групп бревен, для которых рассчитаны развальные постава;

l_k' — количество развальных поставов для раскроя бревен k-й размерной группы;

V_k — средний объем одного бревна k-й размерной группы, м³;

β — заданная доля брусовки сырья ($0 \leqslant \beta \leqslant 1$);

V — общий объем запланированного к распиловке сырья всех размерных групп, м³;

$F(x)$ — целевая функция, представляющая принятый критерий оптимальности распиловочного плана (в данном случае — минимум расхода сырья).

Таким образом, задача составления оптимального плана раскроя сырья это общая задача линейного программирования, и для решения рассмотренной модели может быть использован один из методов этого раздела прикладной математики (симплекс-метод, или метод последовательного улучшения плана, метод разрешающих множителей, метод дифференциальных рент и др.).

После решения модели ЭВМ оценивает полученный оптимальный план раскроя сырья по показателям объемного, ценностного и спецификационного выходов пиломатериалов. Результаты решения, т. е. выбранные постава, указания о количестве бревен, которые надо распилить по этим поставам, и показатели

оценки плана раскроя выводят на печать. Решение при помощи разработанных моделей и алгоритмов численных примеров показывает, что затраты машинного времени на составление планов раскроя могут колебаться от нескольких минут до нескольких часов в зависимости от сложности планов и технических возможностей ЭВМ.

Составление планов раскроя с использованием математических методов и ЭВМ целесообразно осуществлять в централизованном порядке на кустовом вычислительном центре (КВЦ), подчиненном производственному объединению лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. В общем виде централизованное оптимальное планирование раскроя сырья можно представить следующим образом. На кустовом ВЦ имеются стандартные программы для основных встречающихся в практике случаев планирования и способов распиловки бревен. При помощи тех или иных средств связи с предприятий передается на КВЦ исходная информация о наличии или ожидаемом поступлении сырья и о задании на выработку спецификационных пиломатериалов. На основании этой информации можно проверить распределение ассортиментных заданий между предприятиями и составить для каждого предприятия план раскроя на определенный период (год, сезон, квартал, месяц).

В процессе выполнения плана раскроя сырья на предприятии могут произойти изменения в исходной информации, могут быть отклонения фактических выходов пиломатериалов от расчетных. В этих случаях план раскроя необходимо откорректировать. Сущность корректировки заключается в полном повторном расчете с вводом в ЭВМ новой исходной информации. Выполнение корректировки плана раскроя без ЭВМ очень трудоемко и требует много времени. С помощью ЭВМ план раскроя можно откорректировать за 1—2 ч. Таким образом, в функции кустового вычислительного центра (КВЦ) входит не только составление планов раскроя сырья, но и решение широкого круга задач, связанных с управлением производством на предприятиях всего объединения.

Экономический эффект при планировании раскроя сырья с помощью ЭВМ складывается из следующих составляющих:

возможность получения действительно оптимального плана раскроя сырья, который по сравнению с планом раскроя, составленным обычным методом (без ЭВМ), может дать увеличение объемного и сортового выхода; возможность увеличения ценностного выхода пиломатериалов; уменьшение объемов выработки неспецификационной продукции и запасов ее на складах предприятий; сокращение потерь, связанных с невыполнением договоров и сроков отгрузки товара; возможность оперативного составления и корректировки планов раскроя сырья открывает пути для широкого внедрения системы планирования раскроя сырья в лесопильное производство.

Глава 6. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГАРМОНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (ТЕОРИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТОКОВ)

§ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ДВИЖЕНИЯ В НИХ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

В процессах выработки пиленой продукции необходимо обеспечить рациональное использование не только пиловочного сырья, но и оборудования, а также труда рабочих. Теоретические основы решения последних задач излагаются в теории гармонизации производственных процессов (теории производственных потоков). Без знания этих основ решать инженерные задачи в технологии пиломатериалов невозможно.

Производственным процессом называется совокупность операций, которые выполняются в необходимой последовательности, определенными средствами труда над предметами труда до превращения их в готовую продукцию. В производственных процессах можно выделить две группы операций: группу основных операций и группу вспомогательных операций. К основным операциям производственного процесса относятся те операции, в которых предмет труда претерпевает размерные или качественные изменения. Такие операции называются технологическими. Производство организуется для выполнения основных операций. Проведением этих операций в определенной последовательности производятся необходимые изменения с предметами труда и получается продукт труда. В этом основная цель производства.

Вспомогательными считаются такие операции, в которых предмет труда не претерпевает никаких изменений. Однако без этих операций в производстве нельзя обойтись. Примером таких операций может быть транспортировка предметов труда. К вспомогательным операциям относятся операции по укладке предметов, их учету, контроль качества и т. п.

В производственном процессе основная группа операций составляет технологический процесс. Все производственные процессы подразделяются на четыре группы [70]:

1-я группа — линейные процессы — предметы труда не расчленяются и не сочленяются на рабочих местах, но претерпевают изменения в форме, размерах, качестве; например, изготовление из лыжных заготовок массивных лыж;

2-я группа — расчленяющиеся процессы — предметы труда разделяются на части; например, раскрой бревен на доски;

3-я группа — сочленяющиеся процессы — готовые изделия представляют собой результат последовательного соединения различного однородного или разнородного исходного материала; например, сборка мебели в мебельном производстве;

4-я группа — смешанные процессы — готовая продукция получается как результат расчленения исходных материалов на части, линейной их обработки и соединения отдельных частей в изделия; например, процессы мебельного производства, где материалы раскраиваются (расчленяющиеся процессы), проходят машинную обработку (линейные процессы), а затем собираются в узлы и изделия (сочленяющиеся процессы).

Во всех этих процессах любые последовательно выполняемые операции на рабочих местах называются смежными. В линейных процессах к ним относится любая пара последовательно выполняемых операций; в сочленяющихся процессах сборочная операция может иметь несколько смежных предшествующих ей операций, выполняемых с деталями, входящими в сборку; в расчленяющихся процессах — одна операция может иметь несколько смежных последующих операций, например при раскрое бревен на брусья и доски, направляемые для последующей обработки на рабочие места.

Каждый предмет труда проходит все операции производственного процесса, осуществляемые на рабочих местах. Движение многих однородных или неоднородных предметов труда в производственном процессе образует производственный поток. Руслом производственного потока принято называть размещенные в производстве рабочие места. Понятие о производственном потоке не следует смешивать с понятием производственного процесса.

Производственный процесс — совокупность операций, выполняемых в определенной последовательности, а производственный поток — это движение предметов труда в производственном процессе во времени и пространстве.

Один и тот же производственный процесс может быть выполнен при различной организации движения в нем обрабатываемых предметов труда во времени и пространстве. Состав и количество обрабатываемых предметов в производственных потоках разных типов производства различны:

в единичном производстве через одно и то же оборудование (рабочие места) в производственных потоках обычно пропускаются разные предметы единицами или небольшими партиями; поэтому состав предметов труда в таких потоках неоднороден;

в серийном производстве через один и тот же состав оборудования (русло потока) периодически пропускаются разные предметы труда партиями, а поэтому предметы труда в производственных потоках попеременно неоднородны;

при массовом производстве в потоках могут пропускаться однородные предметы труда неопределенно длительное время. Движение обрабатываемых предметов во времени и пространстве в смежных операциях процесса, выполняемых на рабочих местах, может быть непрерывным или прерывным.

Под непрерывным движением обрабатываемых предметов в смежных операциях процесса понимается переход каждого из них после его обработки из одной операции в другую без всякого пролеживания (ожидания обработки) между рабочими местами, где выполняются эти операции.

Под прерывным движением обрабатываемых предметов в смежных операциях процесса понимается переход каждого из них после обработки в одной операции на другую с пролеживанием (ожиданием обработки) между рабочими местами, где выполняются эти операции.

Понятие непрерывности или прерывности в данном случае относится к обрабатываемым предметам, определяющим характер движения между операциями процесса, но не к рабочим местам, выполняющим эти операции.

Основная задача управления производством состоит в гармонизации движения обрабатываемых предметов на рабочих местах, где осуществляются операции производственного процесса, обеспечение их согласованной и бесперебойной работы.

Основы теории гармонизации движения обрабатываемых предметов на рабочих местах позволяют решать эту задачу применительно к разным условиям производства.

§ 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГАРМОНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В НЕПРЕРЫВНЫХ ПОТОКАХ

ПРЕДПОСЫЛКИ ОРГАНИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО ДВИЖЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПРЕДМЕТОВ

Для непрерывного движения обрабатываемых предметов в производственном процессе необходимо иметь соответствующие рабочие места, где будет выполняться каждая операция процесса. Без этого обеспечить непрерывность движения обрабатываемых предметов не представляется возможным. Для выполнения каждой операции процесса закрепляется одно или несколько рабочих мест. Поэтому при непрерывном движении обрабатываемых предметов в любое время можно наблюдать все операции процесса. На первом рабочем месте (участке производства) можно наблюдать выполнение первой операции, на последующих рабочих местах — выполнение промежуточных операций и на последнем — завершающую операцию, после выполнения которой предмет выходит в виде готовой продукции.

При непрерывном движении обрабатываемых предметов каждое рабочее место (или нескольких их) закрепляется для выполнения отдельной операции процесса. Для загрузки рабочих мест работой необходимы большие объемы производства однородной продукции, выпускаемой неопределенно длительное время. В этом случае создается постоянный непрерывный поток обрабатываемых предметов. Примером такого потока может

служить производство стульев одного типа. В случае, когда объемы производства недостаточны для загрузки оборудования, можно на том же оборудовании обрабатывать разнотипную продукцию, с подобным или близким процессом ее изготовления. В качестве примера можно привести изготовление стульев разных типов в мебельном производстве и в лесопильном — раскрой пиловочного сырья разных размеров и качества. В процессе продвижения через те же рабочие места продукции разных типов возникнут переменные непрерывные потоки обрабатываемых предметов. В этих потоках в одни периоды времени может пропускаться продукция одного типа, в другие — другого.

ПЛАНИРОВКА РУСЛА НЕПРЕРЫВНЫХ ПОТОКОВ И ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ С ЖЕСТКОЙ И ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ

Обрабатываемые предметы проходят необходимые рабочие места, где осуществляется производственный процесс. Рабочие места, занятые в одном процессе, должны работать постоянно и осуществлять движение обрабатываемых предметов в едином ритме. Поэтому рабочие места размещаются в пространстве в соответствии с технологией по ходу последовательного выполнения технологического процесса. Рабочие места, связанные транспортными средствами, образуют поточную линию. В поточной линии оборудование и рабочие места могут устанавливаться на одной прямой или в зависимости от особенностей зданий и вырабатываемой продукции отклоняться от нее.

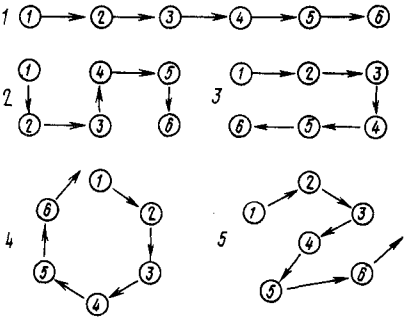


Рис. 35. Основные схемы планировки оборудования по Ричарду Митчелу [44]:

1 — прямолинейное; *2* — зигзагообразное; *3* — П-образное; *4* — круговое; *5* — с многими углами

В США [44] оборудование в поточных линиях размещают в соответствии с основными схемами, приведенными на рис. 35:

схема прямолинейного размещения оборудования предусматривает подачу обрабатываемых материалов с одной стороны здания, а выход готовой продукции — с противоположной стороны, т. е. на одной прямой;

схема серпантинного, или зигзагообразного, размещения оборудования позволяет полнее использовать ширину зданий, разместить линию в более коротком помещении и организовать подачу обрабатываемого материала с одной стороны здания, а выход готовой продукции, с другой, но не на одной прямой, а в удобном месте для ее вывоза;

схема П-образного размещения оборудования позволяет осуществлять подачу материалов и транспортировку готовой продукции с одной стороны здания;

схема кругового размещения оборудования в линии, предусматривает вход материалов и готовой продукции в одну дверь;

схема планировки оборудования в поточной линии неправильной формы, с многими углами также обусловливается особенностями входа материалов и выхода готовой продукции; но наряду с этим эта схема дает возможность выключать некоторое оборудование из процесса, что бывает необходимым при обработке на линии переменной продукции, с несовпадающим технологическим процессом.

Выбор схемы для формирования русла непрерывного потока определяется многими факторами, в том числе: размерами обрабатываемых материалов, особенностями технологического процесса, удобством транспортировки обрабатываемых материалов и т. п.

Поточные линии могут размещаться не только в горизонтальной плоскости, но и в помещениях с уступами, как это делается в лесопильном производстве, где уровень пола для обрезных станков ниже, чем у лесопильных рам, примерно на 950—1000 мм.

В практике деревообработки имеется и вертикальная планировка оборудования, например в линиях катушечной фабрики им. Володарского, где станки, которые выполняют первую операцию размещены в верхнем этаже, а станки, выполняющие последнюю операцию — на первом этаже. Такое размещение создает возможность передачи обрабатываемых предметов по наклонным плоскостям с использованием сил гравитации.

Кроме изложенных особенностей формирования поточных линий, необходимо остановиться на понятиях о жесткой и гибкой связи между рабочими местами. Такие связи во многих случаях определяют движение обрабатываемых деталей в линиях и возможность использования производственной мощности оборудования, из которого сформирована данная линия.

Под жесткой связью в поточных линиях следует понимать такую систему транспортных связей между оборудованием, при которой обеспечивается принудительная подача обрабатываемых предметов на каждое рабочее место без всякого ожидания обработки; на всех рабочих местах осуществляется работа как единое целое. На этой основе в деревообрабатывающей промышленности были построены полуавтоматические и автоматические линии, в которых запуск обрабатываемых предметов осуществлял оператор, а все остальные операции выполнялись автоматически, без участия человека.

Гибкая связь оборудования в поточных линиях — это система связи между оборудованием которая позволяет в случае необходимости, накапливать между отдельными рабочими местами не-

которые запасы обрабатываемых предметов и работать на таком рабочем месте некоторое время автономно, независимо от работы соседних участков (рабочих мест).

ГРАФИКИ И ХАРАКТЕРИСТИКА НЕПРЕРЫВНОГО ДВИЖЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПРЕДМЕТОВ В ПОТОЧНЫХ ЛИНИЯХ С ЖЕСТКОЙ СВЯЗЬЮ

Наиболее простым примером непрерывного движения на рабочих местах, которые имеют жесткую связь и выполняют смежные операции, может быть тот случай, когда каждую операцию выполняет только один станок (одно рабочее место). Имеются процессы, где одну операцию выполняет группа станков, которую надо рассматривать как один участок, а связь между такими группами—как связь между двумя смежными участками. При выполнении смежной операции одним станком (участком) могут быть следующие три соотношения затрат времени на обработку каждого предмета:

$$t_1 > t_2;\ t_1 < t_2;\ t_1 = t_2,$$

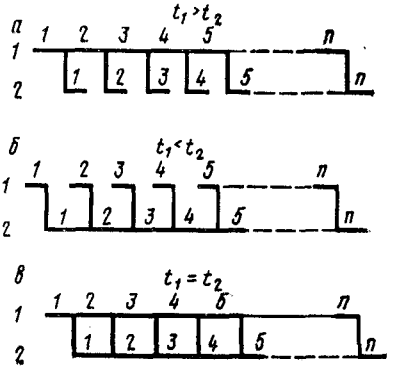


Рис. 36. Схемы непрерывного движения обрабатываемых материалов на смежных участках:
$а - t_1 > t_2$; $б - t_1 < t_2$; $в - t_1 = t_2$

где t_1 — затраты времени на обработку одного предмета на первом из двух смежных участков;

t_2 — затраты времени на обработку одного предмета на втором из двух смежных участков.

На рис. 36 приведены графики движения обрабатываемых предметов во времени и пространстве на двух смежных станках (участках). По вертикали показаны номера участков, а по горизонтали — время обработки на них каждого предмета. На графике каждый предмет (при жесткой связи между участками) после его обработки на первом участке обрабатывается на втором. Непрерывность движения каждого обрабатываемого предмета на участках при затратах времени $t_1 > t_2$ приводит к тому, что на первом участке (станке) после обработки каждого предмета начинает обрабатываться следующий предмет без всяких перерывов. На втором участке затраты времени на обработку каждого предмета меньше, чем на первом. При таких затратах времени второй участок вынужден ожидать окончания обработки предмета на первом участке и какое-то время простаивать. Подобные простои связаны с неодинаковыми затратами времени на выполнение операции смежными участками, непре-

рывным характером движения обрабатываемых предметов и жесткой связью между участками. Они носят организационный характер и будут систематическими. При затратах времени на обработку каждого предмета $t_1 < t_2$ будет то же самое, только бесперебойная работа будет на втором участке, а систематические организационные простои будут возникать на первом участке. При организации производственного процесса, где затраты времени на смежных участках равны $t_1 = t_2$, каждый из них будет работать бесперебойно, без простоев.

Для всех трех случаев соотношений затрат времени на обработку каждого предмета на смежных участках характерен единый ритм обработки каждого предмета. В некоторых литературных источниках он называется темпом. Под ритмом, или темпом, времени в данном случае понимается интервал времени, через который предмет выпускается на следующий участок. Если $t_1 > t_2$, то интервал времени равен затратам его на обработку предмета на первом участке; если же $t_1 < t_2$ — интервал равен затратам времени на обработку каждого предмета на втором участке, т. е. во всех случаях наибольшим затратам времени на обработку предмета на смежных участках поточной линии. Эти затраты времени могут быть на каком-то одном участке, который и будет диктовать ритм движения обрабатываемым предметам на всех остальных участках поточной линии. В этих условиях все остальные участки будут иметь систематические организационные простои, величина которых будет равна

$$t_{пр} = t_б - t_м. \tag{75}$$

Коэффициент использования мощности каждого производственного участка будет равен

$$K_у = \frac{t_i}{t_б}, \tag{76}$$

где $t_{пр}$ — время систематического организационного простоя участка после обработки каждого предмета;

$K_у$ — коэффициент использования производственной мощности участка;

$t_б$ — наибольшие затраты времени на обработку одного предмета на одном из смежных участков поточной линии, определяющие ритм;

t_i — затраты времени на обработку предметов на каждом из остальных участков.

Полное использование производственной мощности каждого участка поточной линии возможно только в условиях равенства затрат времени на обработку каждого предмета на всех ее участках.

При организации непрерывного движения обрабатываемых предметов в поточной линии (от момента запуска на первый уча-

сток первого предмета и до момента его поступления на последний участок) проходит определенное время, называемое периодом развертывания производства. Этот период

$$T_{\text{разв}} = r(n-1), \tag{77}$$

где $T_{\text{разв}}$ — период развертывания производства;

r — ритм движения обрабатываемых предметов на рабочих местах (участках);

n — количество участков в поточной линии.

При прекращении выпуска какой-либо продукции происходит последовательное прекращение обработки начиная от первого участка до последнего. Этот период называется периодом свертывания производства. Период развертывания и период свертывания производства обычно равны между собой.

Непрерывное движение обрабатываемых предметов характеризуется минимальным промежутком времени от момента запуска обрабатываемых предметов в производство до момента выпуска готовой продукции, который называется производственным циклом. Последний зависит только от затрат времени на обработку предметов на участках поточной линии и может быть определен по формуле

$$T_{\text{ц. н}} = \sum_{1}^{n} t_i, \tag{78}$$

где $T_{\text{ц. н}}$ — продолжительность производственного цикла при непрерывном движении обрабатываемых предметов;

t_i — затраты времени на обработку предметов на поточной линии;

$\sum_{1}^{n}$ — знак суммирования затрат времени на обработку предметов от 1 до n участка.

МЕТОДЫ ГАРМОНИЗАЦИИ РАБОТЫ УЧАСТКОВ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ С ЖЕСТКОЙ СВЯЗЬЮ

При организации непрерывного движения обрабатываемых предметов на рабочих местах (участках) поточной линии с неодинаковыми затратами времени на их обработку неизбежны систематические простои оборудования и рабочей силы, занятой на этих участках. Устранение указанных простоев достигается методами гармонизации (согласования) работы смежных участков во времени. В некоторых литературных источниках вместо термина гармонизация пользуются термином синхронизация. В обоих терминах заключен смысл выравнивания затрат времени на обработку предметов на каждом участке поточной линии и приведение его в соответствие с заданным ритмом работы линии.

Гармонизация работ всех участков производства прежде всего обеспечивает расчет потребного оборудования на основе установленного ритма движения обрабатываемых предметов. Сущность метода гармонизации состоит в том, что по заданному объему выпуска продукции (например, за смену) определяется ритм движения обрабатываемых предметов. Для этого можно воспользоваться формулой

$$r = \frac{TK}{Q}, \tag{79}$$

где r — ритм движения обрабатываемых предметов в поточной линии;

T — сменное время;

K — коэффициент использования сменного времени, учитывающий неизбежные потери рабочего времени;

Q — объем выпуска продукции за смену, шт.

Зная ритм движения обрабатываемых предметов в производственном процессе и затраты времени на обработку данного предмета в каждой операции одним станком (рабочим местом), можно определить потребное количество однотипного оборудования для участка (рабочих мест). Для этого имеется формула

$$a = \frac{t_i}{r}, \tag{80}$$

где a — количество станков (рабочих мест), потребное для выполнения операции на участке;

t_i — затраты времени на обработку одного предмета одним станком;

r — ритм движения обрабатываемых предметов.

Рассчитанное по формуле (80) потребное оборудование для выполнения каждой операции будет иметь одинаковую производственную мощность и одинаковые затраты времени на обработку предметов на каждом участке, за исключением случаев, когда рассчитанное по формуле количество оборудования будет дробным, в связи с чем будет округляться до целого меньшего или большего числа. В этом случае округление числа станков в бóльшую сторону создает избыточную мощность на участках поточной линии, а в меньшую — недостаточность их производственной мощности, что и создает в поточной линии узкие места. Во избежание этих недостатков на таких участках необходимо изыскать и осуществить меры по уменьшению операционных затрат времени за счет интенсификации технологических режимов, улучшения организации труда, повышения квалификации рабочих и т. п. Практикой доказано, что за счет этих мероприятий почти всегда можно добиться должных результатов и устранить подобные недочеты в поточной линии.

В ряде случаев организацию непрерывного движения обрабатываемых предметов целесообразнее проводить не на основе

заданного объема производства на тот или другой период, а решать задачу определения объема выпускаемой продукции по ритму работы ведущего оборудования.

В лесопильном производстве за такое оборудование принимается лесопильная рама. Ритм ее работы определяют по формуле

$$r = \frac{L1000}{\Delta n K_{маш}}, \tag{81}$$

где r — ритм работы лесопильной рамы;

L — длина бревна, м;

Δ — расчетная подача на один оборот коренного вала лесопильной рамы, мм;

n — скорость вращения вала рамы, об/мин;

$K_{маш}$ — коэффициент использования машинного времени лесопильной рамы при данной посылке, учитывающей межторцевые разрывы при распиловке бревен.

Зная ритм работы лесопильной рамы, можно определить необходимое количество оборудования для выполнения всех остальных операций принятого производственного процесса. Непрерывное движение на рабочих местах по заданному объему работ легче всего организовать на ручных процессах, например на процессе сборки мебели, который может быть разбит на различные операции, выполняемые сборщиками. В машинном производстве операции членить трудно. Поэтому непрерывное движение предпочтительно создавать по ритму работы ведущего, наиболее дорогого оборудования, у которого полное использование производственной мощности имеет наибольшее экономическое значение.

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОЙ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ МОЩНОСТЬ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ С ЖЕСТКОЙ СВЯЗЬЮ

Запроектированный ход непрерывного движения обрабатываемых предметов в поточных линиях может нарушаться по многим причинам, в том числе и из-за отклонений фактических операционных затрат времени и от возникающих простоев по технологическим и техническим причинам.

При расчетах оборудования (рабочих мест) для поточных линий обычно берут средние затраты времени на обработку предметов. Действительная продолжительность операций может отклоняться от средней на значительную величину. Указанные отклонения характеризуют устойчивость операционных затрат времени, которую можно учесть коэффициентом по формуле

$$K_у = \frac{t_ф}{t_{ср}}, \tag{82}$$

где $K_у$ — коэффициент отклонения (устойчивость) фактических затрат времени на выполнение операции от средних затрат;

$t_ф$ — фактические затраты времени на обработку отдельных предметов;

$t_{ср}$ — средние затраты времени на обработку предметов.

Для станочного парка лесопильно-деревообрабатывающих предприятий характерны большие колебания и значительная неустойчивость в затратах времени на выполнение операций. Для примера приводятся график (рис. 37) распределения коэффициентов устойчивости и фактических операционных затрат

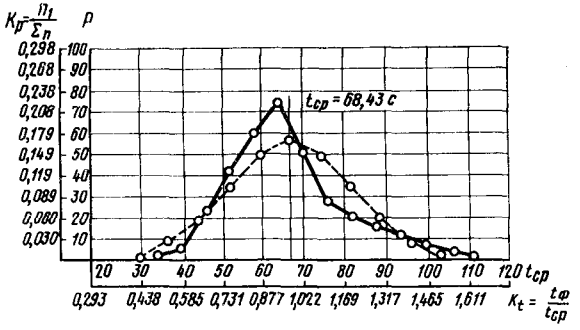


Рис. 37. График распределения операционных затрат при распиловке бревен диаметром 24—26 см на раме I ряда (по И. В. Аникину)

($K_у$ и $t_ф$) при распиловке бревен на лесорамах I ряда (по данным И. В. Аникина). Для бревен диаметром 16—18 см $K_у$ колеблется в пределах от 0,5 до 1,5: отклонения в меньшую сторону от средней составляют 80, в большую — 20% от всех случаев. Отклонения возникают вследствие скольжения бревен в питающих вальцах из-за особенностей их формы и качества, а также в механизме подачи и еще из-за снижения посылки по причине затупления зубьев пил и т. д.

Для деревообрабатывающей промышленности неустойчивость операционных затрат времени характерна особенно при поперечном раскрое досок на длину заготовок. Обычно в раскрой поступают доски различного качества, которые часто требуют индивидуальной вырезки пороков, недопустимых в заготовках. Это приводит к большим отклонениям в фактических затратах времени от средних затрат на раскрой каждой доски.

Все указанные отклонения в затратах времени на операции приводят к нарушениям гармонизации работ на рабочих местах, установленной на основе расчетов по средним затратам времени на выполнение той или другой операции. Вследствие отклонений в затратах времени на смежных участках поточных

линий создаются условия, при которых фактические затраты времени на обработку предметов на смежных участках будут неодинаковы. В этом и кроется причина возникновения организационных простоев оборудования, характерных для непрерывного движения обрабатываемых материалов при операционных затратах времени на смежных участках для случаев $t_1 > t_2$ и $t_1 < t_2$.

Еще бóльшие нарушения хода работы участков возникают из-за простоев по технологическим, техническим и другим причинам. Многие из них могут быть устранены или уменьшены по времени за счет повышения культуры обслуживания производства и улучшения его организации. К неизбежным простоям относится, например, остановка лесопильной рамы для удаления «занозы», т. е.

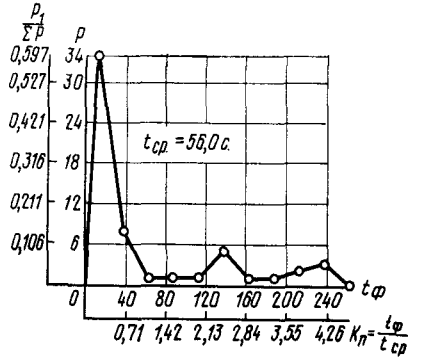


Рис. 38. График распределения неизбежных простоев на лесопильной раме 1-го ряда при распиловке бревен диаметром 24—26 см (по И. В. Аникину)

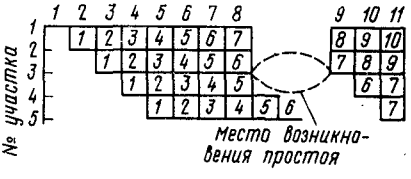


Рис. 39. Схема распространения простоев в станочных линиях с жесткой связью

отколовшейся части доски при распиловке бревен. В качестве примера можно привести фактические данные о работе и простоях оборудования во времени по разным причинам в поточной линии Пермского домостроительного комбината (по данным И. В. Аникина).

Будет уместным отметить, что средняя величина времени каждого простоя по данному исследованию оказалась небольшой. Однако количество простоев довольно большое. На рис. 38 приводится распределение простоев по их продолжительности (данные о простоях на лесопильных рамах). Как видно из рис. 38, средняя продолжительность простоев на рамах первого ряда составляла 56, а максимальная 245 с. Простои такой продолжительности относят к нормальным и не учитывают. Однако эти кратковременные простои возникают довольно часто и сильно снижают производительность поточной линии. Значительная часть этих простоев относится к организационным, так как они обусловливаются распространением простоя, возникшего на каком-либо одном участке поточной линии. На рис. 39 приведена схема распространения простоя (возникшего на одном участке)

на все участки поточной линии с жесткой связью. На схеме по вертикали показаны номера участков поточной линии, по горизонтали — время обработки каждого предмета на участках. Арабскими цифрами показаны очередные номера обрабатываемых предметов. Простой возник на третьем участке после обработки шестого предмета и автоматически распространился на все участки поточной линии. Простой на участках № 1 и 2 произойдет по причине жесткой связи между рабочими местами и отсутствия возможности передачи обработанных предметов на участок № 3. Остальные рабочие места, которые находятся за простаивающим участком, не будут работать потому, что прекратилось поступление обрабатываемых предметов. Из-за этих обстоятельств поточная линия с жесткой связью будет простаивать при возникновении простоя на любом из ее участков. При этом продолжительность простоев всей линии будет равна сумме несовпадающих простоев во времени на всех участках:

$$T_{\text{пр. лин}} = \sum t_{\text{пр. 1}} + \sum t_{\text{пр. 2}} + \sum t_{\text{пр. 3}} + \ldots + \sum t_{\text{пр. }n}, \qquad (83)$$

где $T_{\text{пр. лин}}$ — время простоя всей линии за какой-то период;

$\Sigma t_{\text{пр. 1}}, \Sigma t_{\text{пр. 2}}, \ldots, \Sigma t_{\text{пр. }n}$ — суммарное время несовпадающих простоев на каждом участке поточной линии за тот же период.

Общие потери времени на простои автоматической линии с жесткой связью по отношению к сменному времени могут быть очень большими. В качестве примера можно привести автоматическую линию на киевской мебельной фабрике им. Боженко, которая из 4200 мин работы простояла 77,4% этого времени, в том числе по организационным причинам — 52% [31].

Для деревообрабатывающей промышленности было спроектировано и построено много разнообразных полуавтоматических и автоматических линий различного типа с жесткой связью рабочих мест. Однако все эти автоматические линии характеризуются недостаточно устойчивыми затратами времени на выполнение отдельных операций, что свидетельствует о низком коэффициенте их использования. В связи с этим огромное значение приобретают меры, которые ограничивают такие простои. Меры эти заключаются в увеличении надежности работы оборудования, повышении культуры производства, формировании русла поточных линий с учетом реальных колебаний в затратах времени и неизбежных простоев, характерных для отдельных видов оборудования (рабочих мест) и т. д.

МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРОСТОЕВ НА МЕСТЕ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ В ЛИНИИ С ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ

Гибкая связь между участками поточной линии позволяет существенно сократить простои характерные для линий с жёсткой связью. Для этого каждый участок поточной линии с гибкой

связью обеспечивают устройством, которое позволяет создавать некоторый запас необработанного продукта, что препятствует распространению участкового простоя на всю линию. При наличии запаса продукта каждый участок (рабочее место) может продолжать работу независимо от соседнего.

Такой запас называется страховым. Время простоя всей поточной линии в этом случае резко сокращается. Оно будет равно только сумме простоев, возникших на одном из участков, наибольшая величина которого равна

$$T_{\text{пр. лин}} = \sum t_{i\,\max}, \tag{84}$$

где $T_{\text{пр. лин}}$ — время простоя линии;

$\Sigma t_{i\,\max}$ — сумма времени простоя одного участка, которая имеет наибольшее значение.

Величина страхового запаса должна устанавливаться на основе изучения времени простоев характерных и неизбежных для отдельных видов оборудования. Максимальный размер страхового запаса может быть определен по формуле

$$S = \frac{t_{\text{пр. max}}}{r}, \tag{85}$$

где S — величина страхового запаса;

t — максимальное время одного характерного простоя станка;

r — ритм непрерывного движения обрабатываемых предметов в поточной линии.

Указанный метод расчета страхового запаса, судя по статье Ричарда Митчела [44], применяется и на предприятиях США.

Следует отметить, что поточные линии с гибкой связью не дадут должного эффекта и будут работать как линии с жесткой связью, если между рабочими местами такой линии не будут созданы страховые запасы. В этом случае простой, возникший на каком-либо участке линии, приведет к остановке оборудования, расположенного за простаивающим участком из-за отсутствия страхового запаса. В линиях с гибкой связью участки, которые стоят до простаивающего места могут продолжать работу, так как наличие устройств для накопления обрабатываемых предметов позволит им откладывать их в страховой запас. Принудительное накопление страховых запасов должно осуществляться только в начальный период запуска предметов в обработку. В остальное время расход и восстановление их во время возникновения неизбежных простоев происходит автоматически. Страховой запас продукта, созданный перед участком, расходуется тогда, когда простаивает предшествующий участок и восстанавливается во время простоя данного участка, а предшествующий — продолжает свою работу.

Страховые запасы между участками поточной линии можно формировать путем увеличения периода развертывания произ-

водства, при котором на первом участке идет обработка стольких предметов, сколько их требуется для создания страхового запаса и только после этого начинает свою работу второй участок и т. д. График непрерывного движения обрабатываемых предметов с формированием страховых запасов приведен на рис. 40. При обработке предметов на пяти участках поточной линии создан запас перед вторым, третьим, четвертым и пятым участками (на каждом участке по три предмета). Для накопления этого запаса на каждом участке поточной линии работу начали после поступления четырех предметов, из которых три остаются в запасе, а четвертый и последующие передаются на следующие участки. Из рис. 40 видно, что после накопления запаса линия продолжает работать нормально, на выпуск продукции, причем каждый обрабатываемый предмет движется непрерывно. Запасы предметов в поточной линии можно размещать по-разному: на специальные устройства, или на отведенных для этого местах, или непосредственно на транспортерах поточной линии, откуда детали могут быть взяты во время возникновения простоя. Последнее является более рациональным для лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, у которых парк на 80% состоит из оборудования проходного типа.

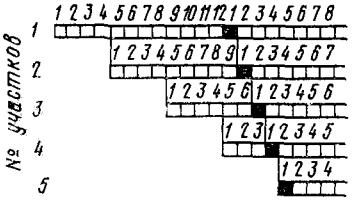


Рис. 40. Схема формирования страхового запаса в период развертывания производства

На рис. 41 приведены принципиальные схемы планировок смежных участков поточной линии: *а* — по одному станку; *б* — на первом участке один станок и на втором — два, *в* — на первом участке два и на втором — один станок. Для приведенных планировок (см. рис. 41) характерно шахматное размещение оборудования. При этом транспортировка осуществляется продольными транспортерами, снабженными механическим устройством для сбрасывания обработанных предметов. Перед каждым станком имеется площадка для хранения запасов обрабатываемых предметов. Последние сбрасываются с продольного транспортера в позиции *а* непосредственно на площадку перед вторым станком; в позиции *б* обработанные на первом станке предметы сбрасываются с продольного транспортера специальным устройством попеременно перед станками второго участка; в позиции *в* на первом участке работают два станках, а на втором — один. Соответственно с этим с продольных транспортеров станков первого участка обработанные на них предметы механически сбрасываются на поперечный сборочный цепной транспортер, откуда далее поступают на площадку для размещения страховых запасов. Транспортировка и сбрасывание обрабатываемых предметов на площадку для страховых запасов во всех

схемах осуществляются автоматически, без участия человека. Предметы, которые поступили на площадку, забирает оператор и пропускает на станках второго участка. В поточных линиях с гибкой связью создаются благоприятные условия для наиболее полного использования производственной мощности оборудования на каждом рабочем месте при отклонениях от операционных затрат времени или возникновениях кратковременных простоев на каком-либо участке.

Приведенные схемы размещения смежных участков поточных линий не исчерпывают имеющихся разновидностей планировки. Однако они дают представление о принципах наиболее рационального построения поточных линий с гибкой связью с учетом характера движения (подачи) материалов на рабочие места (участки).

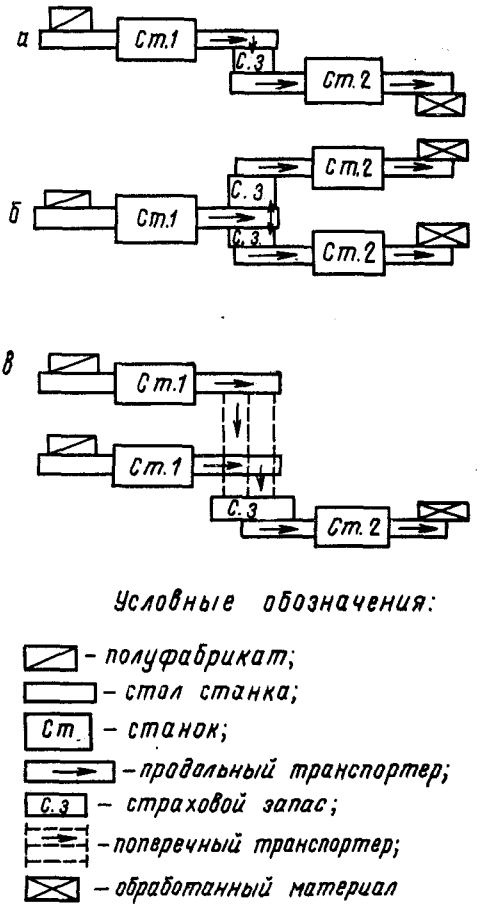


Рис. 41. Схемы планировки оборудования на смежных участках поточных линий с гибкой связью при работе на участках:

а — по одному станку; *б* — на первом участке один, на втором — два станка; *в* — на первом участке два, на втором — один станок

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ

Строгий регламент непрерывного движения обрабатываемых предметов в поточных линиях требует тщательной разработки технологических процессов, подбора высокопроизводительного, порой специального, оборудования, с помощью которого можно наиболее точно и быстро выполнять обработку постоянных или переменных составов заданных предметов. Оборудование в поточных линиях должно обеспечивать устойчивые затраты времени на выполнение операций и быть надежным в эксплуатации. Операционные затраты времени на станках устанавливаются с максимально возможной тщательностью применительно к со-

ставу и особенностям обрабатываемых предметов. Во избежание больших отклонений от запроектированных операционых затрат времени условия выполнения процесса обработки на всем оборудовании должны характеризоваться максимальной стабильностью состава обрабатываемых предметов, их качества, припусков на обработку и режимов обработки.

Обработанные на поточных линиях детали должны быть взаимозаменяемы и не требовать ручной пригонки при сборке изделий. Для этих целей в технологию производства деталей должны быть включены контрольные операции, разработаны необходимые средства и методы контроля качества вырабатываемой продукции. Технологические процессы для непрерывных потоков следует завершать разработкой пространственного размещения оборудования, системы транспортных средств и определения мест для размещения страховых запасов между участками.

§ 3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГАРМОНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ПРЕРЫВНЫХ ПОТОКАХ

ПРЕДПОСЫЛКИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕРЫВНЫХ ПОТОКОВ

Непрерывное движение обрабатываемых предметов в производственных процессах очень эффективно при выполнении больших объемов продукции одного наименования или разнообразной продукции с родственным технологическим процессом ее изготовления. Однако при изготовлении предприятием многообразной продукции (столов, стульев, шкафов, буфетов разных типов и т. п.) выработка каждой из них по принципу непрерывного потока встречает большие трудности, приводит к недостаточному использованию производственной мощности. На таких предприятиях, особенно в машинных цехах со станками большой производительности, во многих случаях экономически оправданной и более эффективной оказывается организация прерывного движения обрабатываемых предметов с подачей их партиями на участки (рабочие места). Такая организация производства позволяет наиболее полно использовать производственную мощность каждого участка и в целом всего оборудования. Естественно, что прерывное движение обрабатываемых предметов требует и других методов гармонизации работы участков (рабочих мест) во времени. При прерывном движении обрабатываемых предметов возникают и другие требования к пространственному формированию русла потока.

В случаях изготовления продукции многообразной номенклатуры для согласованной работы участков (рабочих мест) необходима одинаковая производственная мощность всех участков. Только в этом случае можно обеспечить изготовление продукции заданной номенклатуры. Недостаточная мощность на каком-либо одном участке производства будет лимитировать все производство и приведет к недоиспользованию производственной

мощности всех остальных участков. Избыточная мощность какого-либо участка производства хотя и не может оказать влияния на использование мощности других участков, но она также нежелательна, так как не будет использована. Поэтому расчет оборудования для каждого участка производства осуществляется на основе выявления потребного количества станко-часов, необходимых для обработки предметов всей закрепленной номенклатуры деталей, и располагаемого времени для работы каждым станком в данном периоде. Расчет производится по формуле

$$a = \frac{\sum_{1}^{n} T_o}{T_p}, \qquad (86)$$

где a — потребное количество оборудования (рабочих мест) на участке;

$\sum_{1}^{n} T_o$ — потребное количество станко-часов на выполнение объема работ, закрепленных за участком по всей номенклатуре изделий на какой-либо период;

T_p — располагаемое время одного станка, станко-час, на тот же период.

Время, затраченное на обработку предметов, на замену инструментов и настройку станков, входит в потребное время участка, необходимое для выполнения закрепленных за ним работ. Правда, в деревообрабатывающем производстве преобладающая часть оборудования (круглопильные, фуговальные, рейсмусовые станки и др.) не нуждается в замене инструментов при переходе к обработке другой партии предметов и требует только настройки на новый размер, что обычно происходит при минимальных затратах времени. Отдельные станки, на которых обрабатываются детали с отборкой сложного профиля, требуют замены инструмента и настройки на новую работу, что выполняется с большими затратами времени. Все это необходимо учитывать при расчете потребного времени на выполнение возлагаемого на участок объема работ. Вместе с этим крайне важно определить экономически выгодный объем партий деталей, пропускаемых в процессах, и только с учетом этого определять потребное оборудование для того или иного участка.

Такие расчеты возможны на предприятиях, где имеется серийный характер производства с установленной номенклатурой и объемом выпускаемой продукции на определенный период времени.

На предприятиях, выполняющих индивидуальные заказы, трудно заблаговременно установить всю номенклатуру выпуска продукции и ее объем. Поэтому потребное оборудование на участках производства может быть рассчитано только приблизительно, по средним затратам на ранее выпущенные изделия.

Практика показала, что полное использование мощности всех участков производства невозможно без гармонизации прерывного движения обрабатываемых предметов в пространстве и времени. Без этого неизбежны большие простои, а следовательно, недоиспользование производственных мощностей предприятия.

МЕТОДЫ ГАРМОНИЗАЦИИ РАБОТЫ СМЕЖНЫХ УЧАСТКОВ

Для уяснения причин возникновения организационных простоев, а также методов их устранения достаточно рассмотреть работу двух смежных участков с различным характером движения обрабатываемых переменных партий деталей при линейном процессе производства. Например, два таких участка загружены обработкой четырех партий различных деталей ($Д_1$, $Д_2$, $Д_3$, $Д_4$) с затратой времени на их обработку, приведенной в табл. 27. В затраты времени включено время на обработку партий деталей и вспомогательное время, затраченное на настройку станков. Партии деталей должны обрабатываться в очередности согласно их нумерации, т. е. вначале обрабатывается партия деталей $Д_1$, затем $Д_2$ и т. д. После завершения процесса обработки деталей партии первой серии, цикл снова повторяется.

Таблица 27

Баланс загрузки двух смежных участков производства при обработке четырех переменных партий деталей

Номер смежного участка производства	Затраты времени на обработку переменных партий деталей, мин				
	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$	$Д_4$	всего
№ 1	300	400	100	400	1200
№ 2	200	300	400	300	1200

Из табл. 27 видно, что оба участка загружены одинаково и каждый из них может обработать закрепленные за ним партии деталей за 1200 мин. Этот цикл они могут повторять неопределенно длительное время.

При непрерывном движении каждой обрабатываемой партии деталей на двух смежных участках неизбежно возникают систематические организационные простои. Последние обусловливаются неодинаковой затратой времени на обработку деталей каждой партии. Вследствие этих простоев затраты времени на обработку деталей всех партий на первом и втором участках составят (мин): $Д_1 — 300$, $Д_2 — 400$, $Д_3 — 400$, $Д_4 — 400$. Общие затраты времени на обработку всех партий на каждом станке составят 1600 мин вместо необходимых 1200 мин. При этом коэффициент использования оборудования на каждом участке составит 75% от рабочего времени. Переход к прерывному дви-

жению обрабатываемых партий может устранить эти простои и обеспечить обработку деталей указанных партий в отведенное для них время.

Для обеспечения бесперебойного поступления деталей с первого участка на второй необходимо обработку деталей первой партии на первом участке начать с опережением по отношению ко второму участку и создать перед ним запас необработанных предметов; чтобы найти величину минимального опережения, которая будет достаточна для обеспечения бесперебойной работы второго участка, необходимо определить текущее время окончания обработки каждой партии на смежных участках и определить разность между ними. При этом следует исходить из предположения, что оба участка начинают работу одновременно и независимо один от другого (табл. 28).

Таблица 28

Расчет текущего времени обработки переменных партий деталей на смежных участках и определение времени их возможного максимального простоя

Наименование показателей	Величина показателей при пропуске через смежные участки производства переменных партий деталей			
	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$	$Д_4$
Затраты времени, необходимые на обработку деталей каждой партии на первом участке T_1, мин	300	400	100	400
То же, на втором участке T_2	200	300	400	300
Текущее время окончания обработки каждой партии на первом участке, при отсчете от нуля	300	700	800	1200
То же на втором участке	200	500	900	1200
Разность между текущим временем окончания обработки каждой партии на смежных участках	+100	+200	—100	0

Разность между текущим временем может иметь положительный и отрицательный знак: с положительным — она будет характеризовать время запаздывания в поступлении деталей с первого участка на второй, следовательно, это и будет время простоя второго участка, а отрицательный знак — время опережения окончания обработки партии на первом участке по сравнению с окончанием обработки той же партии на втором участке, что и показывает невозможность возникновения простоя из-за несвоевременного поступления деталей. В указанном выше примере текущее время окончания обработки деталей партии $Д_1$ на первом участке составляет 300, а на втором — 200 мин. Разность между ними положительная и составляет 100 мин. Очевидно, что в этих условиях второй участок будет простаивать до получения деталей с первого участка в течение 100 мин. На первом

участке текущее время окончания обработки деталей партии $Д_2$ составляет 700, а на втором — 500 мин. Разность в данном случае положительная, 200 мин; при обработке деталей партии $Д_2$ неизбежно запаздывание в поступлении деталей с первого участка на второй, следовательно простой последнего возрастет до 200 мин. При обработке деталей партии $Д_3$ разность будет отрицательной, а при обработке партии $Д_4$ она равна нулю. При этом дальнейшего нарастания времени простоя на втором участке не будет. Таким образом, для предупреждения возникновения простоя на втором участке из-за несвоевременного поступления деталей с первого участка в качестве первого шага необходимо сместить время начала работы для второго участка по отношению к первому участку. Время смещения будет соответствовать наибольшей положительной разности между текущим временем окончания обработки партий переменных деталей на обоих участках. В данном примере наибольшая положительная разность приходится на партию деталей $Д_2$. Она равна 200 мин. Если начать работать на втором участке на 200 мин позднее, чем начинал первый участок, то окончание обработки деталей партии $Д_2$ на первом и втором участках должно закончиться в одно и то же время. Очевидно, что одновременное окончание обработки данной партии деталей на двух смежных участках невозможно. Вследствие этого на втором участке возникнет простой на время, которое необходимо для обработки последней детали — t_{min}. Но, учитывая неустойчивость работы участков, для страховки можно принять t_{min} равное 10 мин. Тогда окончательный разрыв во времени между началом работ первого и второго участков (начальное опережение) обеспечит согласованность их в работе. Такой разрыв во времени $T_{оп.н}$ может быть определен по формуле

$$T_{оп.н} = +\left(\sum_{D1}^{Dn} T_1 - \sum_{D1}^{Dn} T_2\right)_{max} + t_{min}, \qquad (87)$$

где $T_{оп.н}$ — время опережения начала работ на первом из двух смежных участков по отношению к началу работы второго участка;

$+\left(\sum_{D1}^{Dn} T_1 - \sum_{D1}^{Dn} T_2\right)_{max}$ — наибольшая положительная разность между текущим временем обработки окончания переменных партий деталей, закрепленных для обработки на смежных участках, при отсчете от одного начала работ;

t_{min} — минимальное время, необходимое второму участку для обработки последних деталей партии $Д_2$, поступающих с первого участка.

В данном примере $+\left(\sum_{D1}^{Dn} T_1 - \sum_{D1}^{Dn} T_2\right)_{\max}$ соответствует партии $Д_2$ и равно +200 мин, а $t_{\min}$ принято равным 10 мин. Соответственно начальное опережение работы на первом участке по сравнению со вторым должно быть

$$T_{\text{оп. нач}} = +\left(\sum_{D1}^{Dn} T_1 - \sum_{D1}^{Dn} T_2\right)_{\max} + t_{\min} = +200 + 10 = 210 \text{ мин.}$$

В соответствии с найденным опережением начало работ второго участка сдвигается по отношению к началу работы первого участка на 210 мин. Далее надлежит подсчитать текущее время окончания обработки деталей каждой партии на обоих участках. Результат подсчета приводится в табл. 29.

Таблица 29

Расчет гармонизации работы смежных участков при обработке переменных серий и партий деталей

Наименование показателей	Серии предметов					
	I				II	
	Партии предметов (деталей)					
	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$	$Д_1$	$Д_1$	$Д_2Д_3$ и т. д.
1	2	3	4	5	6	7
Затраты времени на обработку, мин:						
на первом участке T_1	300	400	100	400	300	400
на втором » T_2	200	300	400	300	200	300
Текущее время окончания обработки, отсчитываемое от начала работы, мин:						
на первом участке T_1	0—300	700	800	1200	1500	1900
на втором » T_2	0—200	500	900	1200	1400	1700
Разность между текущим временем окончания обработки на смежных участках при отсчете от одного начала работ, мин	+100	+200	—100	0	+100	+200
Текущее время обработки на втором участке T_2 после изменения начала работы с учетом необходимого опережения на первом участке T_1, мин	210—410	710	1110	1410	1610	1910
Разность между текущим временем окончания работы на обоих участках после смещения начала работ на втором участке, мин	—110	—10	—310	—210	—110	—10

Данные табл. 29 показывают разность между текущим временем обработки партии деталей на первом участке и новым текущем временем обработки этих же партий. Эта разность между текущим временем окончания обработки каждой партии на обоих участках везде имеет отрицательный знак. Следовательно, на второй участок детали будут поступать бесперебойно и возможность возникновения организационных простоев на нем исключается; на смежных участках обеспечена полная согласованность в работе.

Такая согласованность достигнута за счет организации прерывного движения обрабатываемых предметов и определения необходимого начального опережения в работе первого участка по отношению к началу обработки деталей первой партии на втором участке.

Опережение начала обработки партий $Д_2$, $Д_3$ и $Д_4$ на первом участке по отношению к началу их обработки на втором участке будет другим (оно показано в конце табл. 29). Окончание обработки деталей партии $Д_1$ на первом участке будет опережать время окончания обработки на втором участке на 110 мин. Однако время окончания обработки деталей первой партии на этих участках будет совпадать с началом обработки деталей из партии $Д_2$. Следовательно, этот период времени и будет временем опережения в работе первого участка по отношению к началу обработки деталей партии $Д_2$. Соответственно опережение первого участка при обработке отдельных партий деталей будет для партии $Д_1$ — 210 мин, $Д_2$ — 110, $Д_3$ — 10, $Д_4$ — 310 мин и т. д. Время опережения в обработке деталей каждой последующей партии может быть найдено по формуле

$$T_{оп\,i} = +\left(\sum_{D1}^{Dn} T_1 - \sum_{D1}^{Dn} T_2\right)_{max} - \left(\sum_{D1}^{D(i-1)} T_1 - \sum_{D1}^{D(i-1)} T_2\right) + t_{min}, \quad (88)$$

где $T_{оп\,i}$ — время опережения начала обработки деталей каждой из последующих партий i на первом участке по отношению к началу их обработки на втором участке;

$+\left(\sum_{D1}^{Dn} T_1 - \sum_{D1}^{Dn} T_2\right)_{max}$ — наибольшая положительная разность между текущим временем окончания обработки деталей из партий, закрепленных за смежными участками, при отсчете его от одного начала работ;

$-\left(\sum_{D1}^{D(i-1)} T_1 - \sum_{D1}^{D(i-1)} T_2\right)$ — разность между текущим временем окончания обработки деталей порядковой партии i, для которой определяется величина опережения;

t_{min} — минимальное время, необходимое второму участку для обработки последних деталей, поступающих с первого участка.

В качестве примера можно рассчитать время опережения для обработки деталей партии $Д_3$. Для этого в формулу (88) необходимо подставить соответствующие цифровые значения:

$$T_{оп.\,Д_3} = +(+200) - (-100) + 10 = 310 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом может быть рассчитано и время опережения на начало обработки деталей любой последующей партии (см. последнюю строку табл. 29).

Преобразование непрерывного движения обрабатываемых предметов в прерывное позволяет устранить систематические организационные простои, которые характерны для непрерывного движения, и обеспечить бесперебойную (без организационных простоев) работу каждого участка.

Для наглядности, на рис. 42 приведен график обработки партий нескольких серий. График показывает полное отсутствие простоя оборудования на обоих участках, не считая времени, необходимого для развертывания производства.

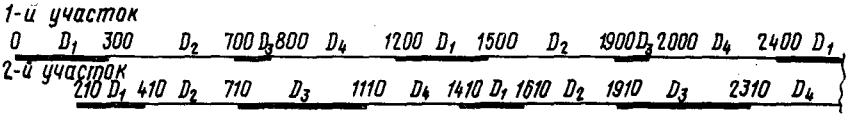


Рис. 42. График обработки партий деталей нескольких серий на смежных участках прерывных потоков

В приведенном примере рассмотрен метод гармонизации работ сопряженных участков с одинаковой загрузкой оборудования, которая позволяет выполнить обработку деталей всех партий на каждом из участков за 1200 мин. Через этот интервал времени цикл обработки повторяется по второй, третьей и последующей сериям. Этот интервал времени будет характеризовать ритм повторения работ при прерывном движении обрабатываемых партий на смежных участках. Каждый участок через этот интервал времени (в данном примере 1200 мин), повторяет цикл работ; когда загрузка участков производства равна этому циклу, тогда все участки производства не будут иметь простоев. Если загрузка какого-либо участка меньше цикла повторяемости обработки серий, то на этом участке возникнет простой из-за недогрузки. При недостаточной загрузке одного из смежных участков гармонизация работы должна осуществляться с учетом недогрузки, так как она входит в цикл работы этого участка.

В табл. 30 приведен расчет начального опережения с учетом планового простоя из-за недогрузки второго участка.

Начальное опережение в работе первого участка в данном случае должно определяться по формуле (87), где плановый простой принимается за операцию обозначенную $Д_0$. Опережение соответственно будет:

$$T_{н.оп} = +\left(\sum_{D_0}^{D_n} T_1 - \sum_{D_0}^{D_n} T_2\right)_{max} + t_{min} = +100 + 10 = 110 \text{ мин.}$$

Таблица 30

Расчет начального опережения с учетом планового простоя из-за недогрузки второго участка

Наименование показателей	Величина показателей для каждой партии предметов				
	Планируемый простой $Д_0$	$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$	$Д_4$
1	2	3	4	5	6
Затраты времени на обработку каждой партии смежными участками, мин:					
на первом участке T_1	0	300	400	100	400
на втором » T_2	100	200	300	300	300
Текущее время окончания планового простоя и обработки каждой партии, отсчитываемое от одного начала работ, мин:					
на первом участке $\sum_{D_0}^{D_n} T_1$	0	300	700	800	1200
на втором участке $\sum_{D_0}^{D_1} T_2$	100	200	600	600	1200
Разность между текущим временем окончания планового простоя и окончания обработки каждой партии на первом и втором участках при отсчете от одного начала, мин $\left(\sum_{D_0}^{D_n} T_1 - \sum_{D_0}^{D_n} T_2\right)$	—100	0	+100	—100	0

Как видно из расчетов, второй участок должен начать свою работу спустя 110 мин после того, как начнет работать первый. Однако здесь необходимо будет учесть, что плановый простой принят равным 100 мин.

При не линейных, а расчленяющихся процессах одна операция расчленения может иметь несколько последующих смежных работ, выполняемых на разных участках производства. В этом случае метод гармонизации работы смежных участков остается тем же. Причем работа по расчленению обрабатываемого сырья согласуется во времени с работой сначала одного, затем последующих участков, и по отношению к каждому из них определяется необходимое опережение в работе головного участка. Аналогичным образом гармонизируется работа и на смежных

участках, которые должны выполнять сочленяющиеся процессы. Для последних расчеты по согласованию работы смежных участков целесообразнее начинать от конечных участков и вести к начальным.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА И ВЕЛИЧИНЫ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ

Прерывное движение переменных партий предметов на смежных участках часто приводит к пролежке их между участками, т. е. к образованию межоперационных запасов и к увеличению производственного цикла обработки.

В прерывных потоках, так же как в непрерывных, под производственным циклом понимается время пребывания предметов труда в производственном процессе от начала их запуска в производство до выпуска готовой продукции. В производственный цикл входят время непосредственной обработки предметов в операциях производственного процесса и время их пролеживания между участками. Поэтому производственный цикл в прерывном движении обрабатываемых предметов всегда больше, чем при непрерывном. Время пролеживания обрабатываемых предметов зависит от календарного времени выполнения операций на смежных участках и величины партии. В связи с этим производственный цикл обработки предметов с прерывным движением определяется в целом для каждой партии. Производственный цикл пребывания партии в производстве можно представить как функцию времени опережений ее обработки на всех смежных участках и затрат времени на их обработку в конечной операции:

$$T_{\text{ц.п}} = \sum_{1}^{c-1} T_{\text{оп}} + T_{\text{с}}, \qquad (89)$$

где $T_{\text{ц.п}}$ — производственный цикл обработки партии;

$\sum_{1}^{c-1} T_{\text{оп}}$ — сумма опережений между смежными операциями процесса от первой до предпоследней операции, с;

$T_{\text{с}}$ — затраты на обработку партии в конечной операции, мин.

На рис. 43 приведена схема производственного цикла обработки партии деталей. Из схемы (см. рис. 43) следует, что для определения величины производственного цикла в прерывном потоке необходимо знать время опережений обработки партий между всеми смежными операциями и затраты времени на обработку партии в конечной операции. Метод и формулы для расчета опережений приводились выше. Поэтому формула определения производственного цикла обработки партии деталей в развернутом виде принимает вид:

$$T_{\text{ц. прер}} = \sum_{1}^{c-1}\left[+ \left(\sum_{D_1}^{Dn} T_1 - \sum_{D_1}^{Dn} T_2 \right)_{\max} - \left(\sum_{D_1}^{D(i-1)} T_1 - \sum_{D_1}^{D(i-1)} T_2 \right) + \right.$$
$$\left. + t_{\min} \right] + T_c . \qquad (90)$$

Необходимо помнить, что календарное время выполнения каждой операции при обработке партии не произвольное. Оно определяется в зависимости от величины необходимых опережений, обеспечивающих согласованность и бесперебойность в работе участков производства, как единого целого. Как известно, производственный цикл принято рассчитывать по методу О. И. Непорента, который выделил в смежных опе-

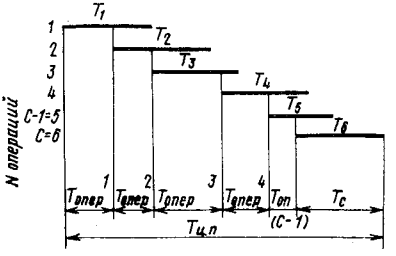


Рис. 43. Схема расчета производственного цикла в прерывных потоках по опережениям

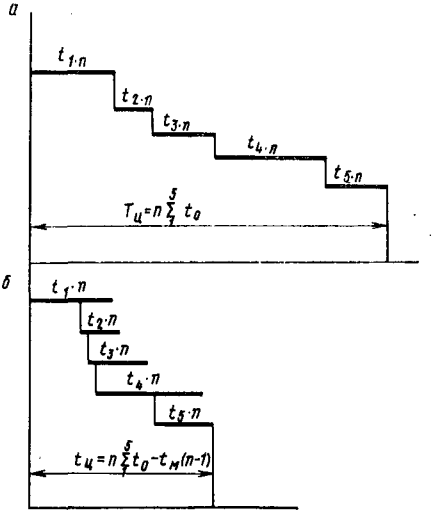


Рис. 44. Схема расчета производственного цикла по видам движения:
а — последовательного; *б* — параллельно-последовательного

рациях процесса три вида движения обрабатываемых предметов: последовательный, параллельный и параллельно-последовательный [43].

Последовательный вид движения характеризуется тем, что на каждой операции обрабатываются детали всей партии и только после этого партия подвергается обработке на следующей операции (рис. 44, *а*). Соответственно, производственный цикл для последовательного движения обрабатываемых партий может быть определен по формуле

$$T_{\text{ц. посл}} = n \sum_{1}^{c} t_д , \qquad (91)$$

где n — число деталей в партии;

$\sum_{1}^{c} t_д$ — время прохождения одной детали по всем операциям процесса.

Параллельный вид движения обрабатываемых предметов (по О. И. Непоренту) совпадает с указанным в данной работе непрерывным движением на смежных участках.

Параллельно-последовательное движение характеризуется тем, что детали в каждой операции обрабатываются партиями без всякого перерыва, только смежные операции частично выполняются параллельно и, частично, последовательно (рис. 44, *б*). Затраты времени на обработку деталей одной партии в смежных операциях могут быть выражены тремя соотношениями: $T_1 > T_2$; $T_1 = T_2$ и $T_1 < T_2$. Для всех случаев время параллельной обработки в смежных операциях может быть найдено по формуле

$$T_{\text{пар. обр}} = t_{\text{м}}(n-1), \qquad (92)$$

где $T_{\text{пар. обр}}$ — время параллельной обработки деталей одной партии в смежных операциях при параллельно-последовательном движении;

$t_{\text{м}}$ — время, затраченное на обработку одного предмета (детали), имеющее меньшую величину в смежных операциях;

n — количество деталей в партии.

Продолжительность производственного цикла при параллельно-последовательном движении деталей одной партии можно определить по формуле

$$T_{\text{ц. пар. посл}} = n\sum_{1}^{c} t_{\text{д}} - \sum_{1}^{c} t_{\text{м}}(n-1), \qquad (93)$$

где $n\sum_{1}^{c} t_{\text{д}}$ — продолжительность производственного цикла при последовательном движении предметов в смежных операциях;

$\sum_{1}^{c} t_{\text{м}}(n-1)$ — суммарное время параллельного движения деталей всей партии во всех операциях.

Указанные виды движения обрабатываемых партий О. И. Непорент рассматривает независимо от загрузки оборудования. А по условиям загрузки оборудования выполнение тех или иных операций в большинстве случаев оказывается невозможным, так как происходит совпадение времени обработки различных партий на одних и тех же станках, что вызывает вынужденное увеличение производственного цикла против расчетного.

О. И. Непорент не учитывает, что виды движения обрабатываемых партий, так же как и цикл их пребывания в производстве, являются функцией загрузки оборудования, а не наоборот. По этим причинам при определении производственного цикла по формуле Непорента приходится вводить коэффициенты на удлинение времени за счет дополнительного пролеживания деталей между операциями.

Производственный цикл, рассчитанный по методу определения опережений в работе смежных участков, определяется без ввода дополнительных коэффициентов. Этот метод позволяет точно рассчитать время пролеживания каждой партии между участками и определить динамику изменения межоперационных запасов между ними [(формула 90)].

Величина и динамика изменения межоперационных запасов могут быть определены на основе установленного графика движения обрабатываемых партий деталей на смежных участках производства.

Метод определения величины межоперационных запасов можно рассмотреть на двух элементарных примерах. Для этого

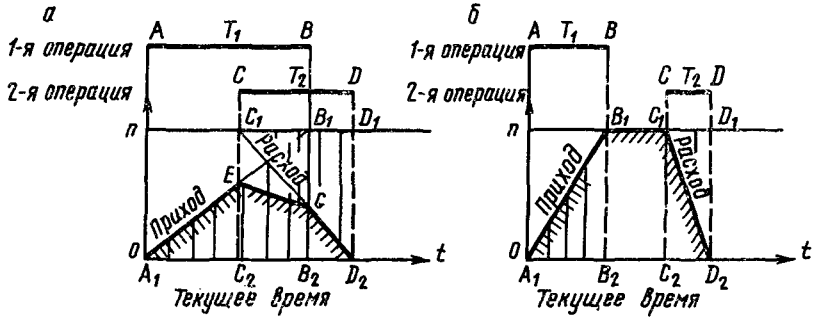


Рис. 45. Схемы к расчету изменений межоперационных запасов между смежными участками:

а — с частично параллельным выполнением операций; *б* — с выполнением операций в различное время

можно взять графики сопряженной работы двух смежных участков производства при обработке ими переменных партий деталей, с установленным для них опережением.

На рис. 45 показано, что в позиции *а* обработка партии деталей на смежных участках происходит частично параллельно, а в позиции *б* — в несовпадающее календарное время, с пролеживанием всей партии после обработки на первом из смежных участков в ожидании обработки на втором участке.

На обработку партии деталей в первой операции затрачивается время T_1 и на обработку во второй операции T_2. Под графиками выполнения смежных операций дана координатная система для определения изменения межоперационных запасов между участками во времени. На оси ординат показано количество деталей партии n, а на оси абсцисс — текущее время. Начало координат совпадает с началом обработки партии в первой операции. Для определения величины и динамики изменений межоперационных запасов во времени можно сделать графики прихода и расхода деталей на втором участке. Для этого точка A (начало выполнения первой операции на графике дви-

жения партий в смежных операциях) проектируется на оси абсцисс и получается точка A_1. Точка B, соответствующая моменту окончания обработки партии на первом участке проектируется на горизонтали координатной системы, соответствующей величине партии n, и получается точка B_1, а на оси абсцисс, получается точка B_2.

Предполагается, что обработка всех деталей партии происходит с одинаковыми затратами времени. Поэтому прямая, соединяющая точки A_1 и B_1, будет характеризовать приход деталей с первого участка на второй. Для построения на графике линии расхода деталей вторым станком необходимо спроектировать точку C (начало выполнения второй операции) на горизонталь, соответствующую количеству деталей n, и получить точку C_1, а на оси абсцисс получится точка C_2. Точку D (момент окончания обработки партии деталей на втором участке можно спроектировать на те же горизонтали и получить соответственно точки D_1 и D_2. Прямая C_1D_2 будет характеризовать расход деталей вторым участком от величины партии n до нуля.

Основываясь на линиях прихода и расхода деталей во второй операции, можно определить величину и динамику изменения межоперационных запасов во времени. Здесь следует обратить внимание на режим прихода — расхода деталей на втором участке, который будет различным.

На рис. 45, *а* на отрезке времени A_1C_2 будет происходить только приход деталей ко второму участку, а на отрезке C_2B_2 — приход и расход деталей одновременно, и на отрезке B_2D_2 — только расход деталей. На рис. 45, *б* режим прихода — расхода деталей при обработке также будет изменяться 3 раза. На отрезке времени A_1B_2 будет только приход деталей с первого участка до момента окончания обработки на нем всей партии. В интервале времени B_2C_2 — детали будут ожидать обработки, т. е. не будет ни прихода, ни расхода, а на отрезке C_2D_2 будет происходить только расход деталей до окончания обработки на втором участке всей партии деталей. Найдя точки количества деталей на начало и конец каждого периода различных режимов прихода и расхода деталей и соединив их между собой, можно получить график изменения межоперационных запасов между смежными участками, характеризующими величину и динамику их изменения.

На отрезке времени A_1C_2 (см. рис. 45, *а*) происходит только приход деталей. В точке A_1 (момент начала обработки деталей) ход деталей равен нулю, а в точке C_2 — ординате, пересекающей линию прихода деталей в точке E, т. е. отрезку C_2E. В период C_2B_2 будет происходить приход и расход деталей. На начало этого периода запас деталей равен ординате C_2E. На конец этого периода, т. е. на момент B_2, закончится обработка всей партии на первом участке и какая-то часть

деталей будет уже обработана вторым участком. Количество обработанных деталей на этот момент будет соответствовать отрезку ординаты на момент B_1, а запас деталей перед вторым участком — отрезку B_2C. На отрезке времени B_2D_2 произойдет окончание обработки всей партии деталей на втором участке и на момент D_2 запас по этой партии упадет до нуля. Соединив концевые точки ординат на моменты изменения режимов их прихода и расхода, можно получить ломаную линию A_1ECD_2, (на рис. 45 она заштрихована), которая характеризует динамику изменения межоперационных запасов во времени по данной партии деталей.

Аналогичным образом построен и график изменений межоперационных запасов, создающихся при обработке партии в позиции *б*. Режим прихода — расхода деталей на этом рисунке будет иным. На интервале времени A_1B_2 межоперационный запас возрастет до величины n, на отрезке времени B_2C_2 он останется без изменений и будет равным величине партии, а в интервале времени C_2D_2 — этот запас начинает расходоваться до нуля.

В приведенных примерах величина межоперационных запасов при обработке каждой партии деталей вначале растет от нуля до какой-то максимальной величины, затем она постепенно падает до нуля. Из этого не следует, что межоперационный запас между смежными участками вообще будет падать до нуля. Наоборот, график обработки переменных партий на смежных участках производства, построенный с учетом определения необходимых опережений в их работе, предусматривает постоянное наличие между участками межоперационного запаса, обеспечивающего бесперебойную их работу. Достигается это тогда, когда запас деталей по одной партии начинает падать до нуля; в этот период времени перед ним начинает создаваться запас деталей от обработки следующей партии. В качестве примера можно привести рис. 46, где в позиции *А* дан график движения обрабатываемых переменных партий деталей трех серий (см. табл. 29), под ним, в позиции *Б*, по указанному методу сделаны графики изменений межоперационных запасов при обработке каждой отдельной партии, внизу — динамика изменений общих межоперационных запасов по всем переменным партиям вместе.

График изменений общих межоперационных запасов между смежными участками построен путем сложения ординат запасов по каждой отдельной партии на моменты параллельного их накопления на участках. На этом графике линиями различной толщины показаны изменения запасов по отдельным партиям $D_1 — D_4$ (см. рис. 46); запасы никогда не истощаются (не доходят до нуля) и минимальная их величина зависит от времени опережения на момент окончания обработки партии D_2 на первом участке по отношению к окончанию обработки этой партии деталей на втором участке, оно составит 10 мин. Межоперацион-

ные запасы достигают максимальной величины в период, соответствующий наибольшему времени опережения в работе первого участка по отношению ко второму. В данном случае наибольшее опережение первого участка возникает при окончании обработки на первом участке партии D_3. Первый участок в это время будет опережать работу второго на 310 мин.

Таким образом, межоперационные запасы между смежными участками при прерывном движении обрабатываемых переменных партий деталей на них будут колебаться от максимума, па-

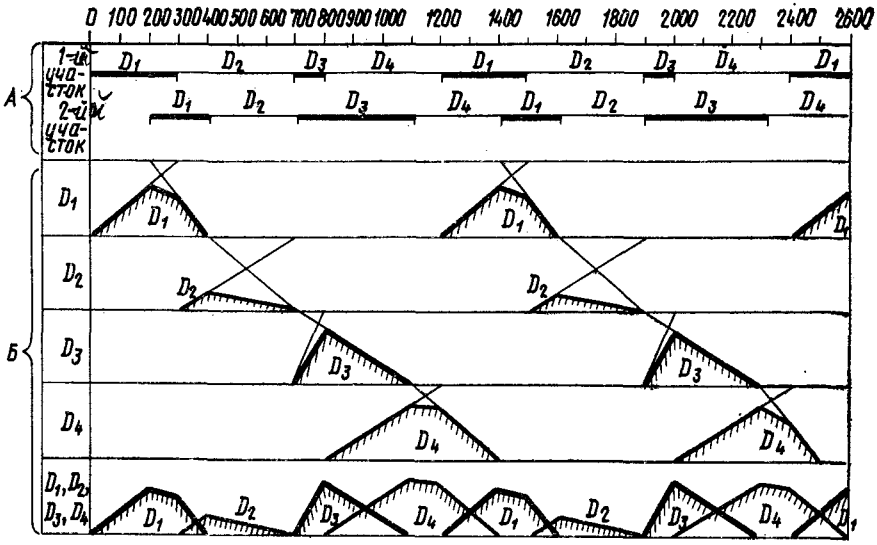


Рис. 46. Схема изменения межоперационных запасов между смежными участками, обрабатывающими различные партии деталей

дающего на момент наибольшего опережения в работе первого участка, до минимума, падающего на момент наименьшего опережения в работе первого участка по отношению к работе второго участка. Большие межоперационные запасы требуют значительных площадей для хранения, сковывают оборотные средства предприятия. Поэтому необходимо рассмотреть возможности их уменьшения.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОКРАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА И ОГРАНИЧЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ

Здесь надлежит рассмотреть возможности уменьшения производственного цикла и максимальной величины межоперационных запасов между смежными участками производства. Из формулы (90) производственного цикла следует, что его величина может быть сокращена за счет уменьшения основных состав-

ляющих, которые влияют на величину опережений. Поэтому для сокращения производственного цикла, а вместе с ним и максимальной величины межоперационных запасов надо уменьшить абсолютную величину $+\left(\sum_{D_1}^{D_n} T_1 - \sum_{D_1}^{D_n} T_2\right)_{\max}$, с одной стороны, и абсолютную величину второго члена, с другой $\left(\sum_{D_1}^{D(i-1)} T_1 - \sum_{D_1}^{D(i-1)} T_2\right)$, которые определяют необходимый период опережений в работе смежных участков. Такие возможности дает рациональная последовательность обработки переменных партий на участках производства, с одной стороны, и изменение размеров пропускаемых партий, с другой.

Для примера ниже рассматривается влияние рациональной последовательности обработки партий на величину начального опережения начала их обработки на смежных участках. Для этого берется элементарный пример обработки четырех переменных партий на двух смежных участках в различной последовательности. В табл. 31 и 32 наименования партий обозначены буквами *А, Б, В, Д*, а очередность их обработки цифрами: например в выражении А-1 буква А означает наименование партии деталей, а цифра 1 — очередность обработки данной партии. В табл. 31 и 32 приведены расчеты опережений по каждой партии деталей в указанной последовательности их обработки.

В табл. 31 максимальное время опережения в работе смежных участков на начало обработки партии составляет 410 мин, а в табл. 32 — 210 мин, минимальное опережение 10 мин. Эти опережения будут определять производственный цикл и колебания величин межоперационных запасов между участками производства. Очевидно, что вариант обработки партий, приведенный в табл. 32, выгоднее варианта, анализируемого в табл. 31; по последнему сокращается максимальное время опережения на начало обработки партий с 410 до 210 мин, а минимальное время опережения остается одинаковым.

В чем же различия этих вариантов при обработке одних и тех же переменных партий на смежных участках? Различие между вариантами табл. 31 и 32 заключается только в последовательности обработки партий на участках. По варианту, представленному в табл. 31, через смежные участки вначале пропускались партии А и Б с затратами времени на обработку в очередности $T_1 > T_2$, а затем партии В и Д обрабатывались с затратами времени $T_1 < T_2$. По варианту в табл. 32 обработка партий на смежных участках осуществляется поочередно, партии А с затратами времени $T_1 > T_2$, а затем партии В и Д с затратами времени $T_1 < T_2$ и т. д. Это и обеспечило существенное сокращение максимального времени опережения при обработке указанных партий на смежных участках, а следовательно, и снизило максимальный размер межоперационных запасов между ними. Та-

Таблица 31

Расчет необходимых опережений в работе смежных участков производства при обработке переменных партий деталей в последовательности

Наименование и обозначение показателей	Партии и очередность их обработки			
	А-1	Б-2	В-3	Д-4
Затраты времени на обработку партии, мин:				
на первом участке T_1	400	400	200	200
на втором » T_2	200	200	400	400
Текущее время окончания обработки каждой партии, мин:				
на первом участке	400	800	1000	1200
$\sum_{D_1}^{D_n} T_1$				
на втором участке	200	400	800	1200
$\sum_{D_1}^{D_n} T_2$				
Разность между текущим временем окончания обработки партий на обоих участках при отсчете его от одного начала, мин	+200	+400	+200	0
$\sum_{D_1}^{D_n} T_1 - \sum_{D_1}^{D_n} T_2$				
Расчетное текущее время окончания обработки партий деталей на втором участке, мин	610	810	1210	1610
$T_{\text{н. о}} + \sum_{D_1}^{D_n} T_2$				
Время опережения в работе участков с начала обработки каждой партии, мин $T_{\text{оп}.i}$	—410	—210	—10	—210

ким образом, для сокращения производственного цикла и максимальной величины межоперационных запасов очень важно установить рациональную последовательность обработки партий деталей на смежных участках и чередовать их в последовательности $T_1 > T_2$ затем $T_1 < T_2$ и т. д.

В машинных цехах деревообрабатывающего производства рациональное чередование обработки партий деталей обеспечивается порядком пропуска предметов: вначале пропускают длинные, а затем короткие бруски или наоборот. Однако этим не исчерпываются возможности сокращения максимального

Таблица 32

Расчет необходимых опережений в работе смежных участков производства при обработке переменных партий деталей в последовательности

Наименование и обозначение показателей	Партии деталей и очередность их обработки			
	А-1	Д-2	В-3	В-4
Затраты времени на обработку одной партии, мин:				
на первом участке T_1	400	200	400	200
на втором » T_2	200	400	200	400
Текущее время окончания обработки каждой партии при отсчете от нуля, мин:				
на первом участке $\sum_{D_1}^{D_n} T_1$	400	600	1000	1200
на втором участке $\sum_{D_1}^{D_n} T_2$	200	600	800	1200
Разность между текущим временем окончания обработки партий на обоих участках, мин $\sum_{D_1}^{D_n} T_1 - \sum_{D_1}^{D_n} T_2$	+200	0	200	0
Расчетное время обработки партий на втором участке, мин $T_{н.о} + \sum_{D_1}^{D_n} T_2$	410	810	1010	1410
Время опережений в работе участков при окончании обработки партий, мин $T_{оп.t}$	—10	—210	—10	—210

времени опережения в работе смежных участков. Дальнейшее сокращение времени максимального опережения возможно за счет установления рациональных размеров партий обрабатываемых деталей, в которых разность между затратами времени на их обработку смежными участками не превышает заранее установленной величины, например 100 мин, которую можно назвать предельной. Исходя из этой предельной разности в затратах времени на обработку партий смежными участками в прерывном потоке, размер партии можно установить по формуле

$$n = \frac{T_{пр}}{t_б - t_м}, \qquad (94)$$

где n — размер партии деталей, шт.;

$T_{пр}$ — максимальная допускаемая разность в затратах времени на обработку партии деталей смежными участками, мин;

$t_б$ — большее время обработки на одном из смежных участков одной детали, мин;

$t_м$ — меньшее время обработки на одном из смежных участков одной детали, мин;

В табл. 32 разность в затратах времени на обработку каждой партии деталей на смежных участках составляет 200 мин. Если эту разность сократить до 100 мин, то потребуется уменьшение размера каждой партии вдвое, а такое же количество деталей придется обработать в две серии. В этом случае еще на 100 мин сократится величина максимального опережения между работой участков. Этот пример приведен в табл. 33.

Таблица 33

Расчет опережений в работе смежных участков, необходимых при обработке переменных партий деталей с уменьшением их величины вдвое

Наименование и обозначение показателей	Партии деталей и очередность их обработки							
	А-1	Д-2	Б-3	В-4	А-1	Д-2	Б-3	В-4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_1	200	100	200	100	200	100	200	100
T_2	100	200	100	200	100	200	100	200
ΣT_1	200	300	500	600	800	900	1100	1200
ΣT_2	100	300	400	600	700	900	1000	1200
$\Sigma T_1 - \Sigma T_2$	+100	0	+100	0	100	0	+100	0
Текущее время обработки на втором участке, мин	210	410	510	710	810	1010	1010	1210
Опережение на начало обработки партий, мин	—100	—10	—110	—10	—110	—10	—110	—10

Сопоставляя максимальное время опережения в работе смежных участков при обработке на них партий деталей по вариантам, указанным в табл. 31 и 33, легко увидеть, что в последнем варианте максимальное время опережения сокращено до 110 вместо 410 мин по первому варианту. Таковы возможности сокращения производственного цикла и создания межоперационных запасов за счет установления эффективной последовательности обработки партий и их рационального размера. Правда, этими возможностями не всегда можно пользоваться, особенно по размерам партий, так как уменьшение их приводит к большим потерям времени на установку инструментов и настройку некоторых станков.

При обработке предметов разных партий в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности преобладающее количество станков перестраивается без смены инструментов и с минимальными затратами времени на их настройку.

Следует отметить, что при расчете размеров партий по формуле (94) каждый участок необходимо рассматривать как единое целое, а не как один станок и обрабатывать каждую партию на всех станках каждого участка одновременно, так как это приводит к сокращению затрат времени на прохождение партии через все оборудование поточной линии.

В заключение следует отметить, что формула (90) для определения производственного цикла при прерывном движении обрабатываемых партий деталей является общей и по ней можно рассчитывать производственный цикл как с прерывным, так и с непрерывным движением обрабатываемых деталей. При непрерывном движении затраты времени на прохождение отдельных партий деталей через смежные участки одинаковы, поэтому два члена формулы равняются нулю:

$$+\left(\sum_{D_1}^{D_n} T_1 - \sum_{D_1}^{D_n} T_2\right) = 0;$$

$$-\left(\sum_{D_1}^{D(i-1)} T_1 - \sum_{D_1}^{D(i-1)} T_2\right) = 0.$$

В связи с этим в формуле остается один член $t_{\min}$. Суммированием этого показателя по всем операциям можно получить формулу производственного цикла непрерывного движения обрабатываемых предметов как частный случай общей формулы производственного цикла (90).

ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ С ПРЕРЫВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПРЕДМЕТОВ

Русло производственного потока всегда должно отвечать особенностям движения обрабатываемых предметов на участках производства (рабочих местах). Как уже отмечалось, непрерывное движение обрабатываемых предметов в производственных процессах обусловливает планировку оборудования по ходу технологического процесса с жесткой или гибкой связью. Для прерывного движения обрабатываемых в производственных процессах предметов характерно образование между участками (рабочими местами) циклически изменяющихся межоперационных запасов. Поэтому планировка русла для прерывного движения обрабатываемых предметов на участках должна включать места для их хранения. Если такие места не будут предусмотрены в русле потока предметов, то не будет и возможности для формирования межоперационных запасов, а также обеспечения согласованности в работе всех участков.

Величина межоперационных запасов между рабочими местами будет изменяться от максимума до минимума, причем уровень максимума зависит от многих факторов, на которые указывалось ранее. В зависимости от уровня максимума межоперационных запасов, которые необходимо хранить между участками производства (рабочими местами), возможны следующие три принципиально различные схемы планировки русла производственного потока с прерывным движением обрабатываемых предметов.

Первую схему представляет поточная планировка оборудования с гибкой связью между участками производства (рабочими местами) подобно такой же планировке оборудования при непрерывном движении обрабатываемых предметов (см. рис. 41). При поточной планировке оборудования с прерывным движением обрабатываемых предметов межоперационные запасы должны накопляться между участками производства. Такая планировка оборудования возможна только тогда, когда колебания между максимумом и минимумом межоперационных запасов относительно невелики и их легко разместить непосредственно на транспортерах или в специальных хранилищах около рабочих мест, куда они поступают. Такая планировка русла потока для прерывного движения обрабатываемых предметов отличается от планировки русла с гибкой связью при непрерывном движении тем, что в последнем случае в русле предусматриваются места для хранения страховых запасов, а в первом случае — межоперационных запасов. Несмотря на то, что природа образования страховых и межоперационных запасов различна, принципиальная планировка русла потока будет одинаковой. В обоих случаях между участками производства (рабочими местами) должны быть гибкие звенья: при непрерывном движении — для хранения страховых запасов и предупреждения распространения возникших простоев на всю поточную линию, при прерывном движении — для накопления межоперационных запасов, обеспечивающих согласованную работу участков производства. Поточная линия для прерывного движения обрабатываемых предметов может быть сформирована на предприятиях, которые имеют стабильную программу и возможность ограничения максимума межоперационных запасов, которые можно разместить в линии.

Вторую схему представляет прямоточная планировка оборудования по ходу технологического процесса при передаче обрабатываемых предметов с одного участка на другой транспортными партиями и хранением межоперационных запасов на транспортных тележках возле рабочих мест, на специально отведенных для этого площадках или на специальных складах. Прямоточная планировка оборудования целесообразна при максимальном уровне межоперационных запасов, когда они очень велики и размещение их на транспортерах или в небольших хранилищах непосредственно у рабочих мест невозможно

или экономически неоправданно. Выбор наиболее экономичных средств транспортировки и организации хранения межоперационных запасов при прямоточной планировке оборудования в русле производственного потока имеет весьма важное значение. На деревообрабатывающих предприятиях при прямоточной планировке чаще всего используются электрокары с подъемными платформами и механизированной укладкой деталей на поддоны. Одна схема прямоточной планировки оборудования с хранением межоперационных запасов на платформах непосредственно у рабочих мест приведена на рис. 47. Здесь следует отметить особую важность организации площадок для хранения межоперационных запасов на платформах; площадки дол-

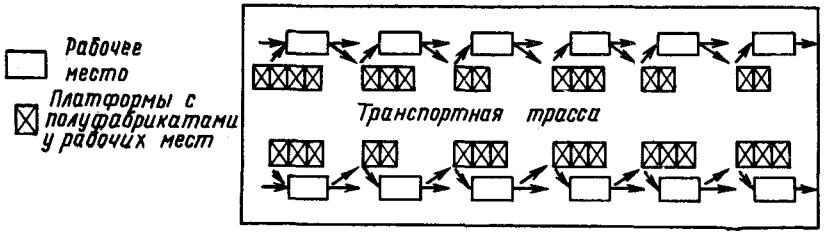


Рис. 47. Схема прямоточной планировки оборудования в прерывных потоках

жны позволять размещать на них максимальные операционные запасы. Эти площадки должны иметь четко расчерченные границы. Размещение на площадках платформ с межоперационными запасами должно быть продуманным, чтобы к каждой платформе был свободный доступ транспортной тележки и была обеспечена свободная подача платформы непосредственно к рабочему месту в наиболее благоприятную зону продвижения деталей на станке. Для этого при проектировании деревообрабатывающих предприятий необходимо производить расчеты движения обрабатываемых предметов, определять величину межоперационных запасов и выделять достаточные площади для их хранения между рабочими местами (участками). Без этого при эксплуатации оборудования невозможно рациональное размещение межоперационных запасов и обеспечение бесперебойной работы участков прямоточной линии.

При цеховой или технологической планировке линий все однородное оборудование концентрируют в отдельных цехах, а для размещения межоперационных запасов в каждом цехе предусматривают склады для предметов, ожидающих обработки. Емкость таких складов определяется производительностью поточной линии.

По этому принципу иногда комплектуют в машиностроении строгальные, токарные, кузнечные, литейные и другие цехи.

Цеховая планировка оборудования бывает характерна для так называемого единичного производства, которое выпускает продукцию широкой неповторяющейся номенклатуры единицами или мелкими сериями.

В производстве единичной продукции заранее гармонизировать работу отдельных участков почти невозможно, так как вся номенклатура, подлежащая выпуску, часто бывает неизвестной. Это вызывает трудности нормирования затрат на обработку данной продукции.

Вследствие этих причин гармонизация в таком типе производства может быть обеспечена за счет существенного увеличения времени опережения обработки партий на смежных участках с образованием между ними больших и разных по номенклатуре межоперационных запасов и оперативного регулирования прерывного движения обрабатываемых предметов на основе учета имеющихся между участками запасов.

Лесопильно-деревообрабатывающие предприятия строятся обычно для массового или серийного производства и очень редко для выпуска индивидуальной продукции. К последним могут быть отнесены предприятия, выпускающие мебель по специальным заказам (для санаториев, школ и т. п.), а также экспериментальные предприятия, предназначенные для выпуска новой продукции специального назначения.

Цеховая планировка оборудования обусловливается не только типом производства, но в ряде случаев и особенностями производственных средств и производственного процесса. Так, например, в лесопильно-деревообрабатывающем производстве в самостоятельные единицы по технологическому признаку выделяются сушильные цехи, требующие специальных зданий со складами для пиломатериалов.

Объем межоперационных запасов перед сушильным цехом и после него определяют на основе графиков гармонизации работы на смежных участках. Без этого не будет согласованности в работе сушильных и деревообрабатывающих цехов во всем процессе производства.

Объем (величина) межоперационных запасов, а также динамика их изменений перед сборочными процессами деревообрабатывающего производства, в частности в производстве мебели, имеет особое значение.

Поэтому сборка изделия чаще всего организуется по принципу непрерывного потока, а обработка деталей, входящих в него,— по принципу прерывного потока. Согласование работы смежных участков, один из которых работает по принципу прерывного движения, а второй — непрерывного, имеет свои особенности.

Примером может служить станок выполняющий последнюю операцию над четырьмя разными деталями, которые входят в изделие и необходимы для его сборки. Станок обрабатывает

детали партиями, которые в сборке используются равномерно, по плану выпуска изделий. Например, для обработки партий на станке требуется три смены, т. е. 1260 мин. За это время станок должен обрабатывать предметы всех партий и подготовить детали для сборки изделий на три смены. Для облегчения можно построить график обработки партии деталей на

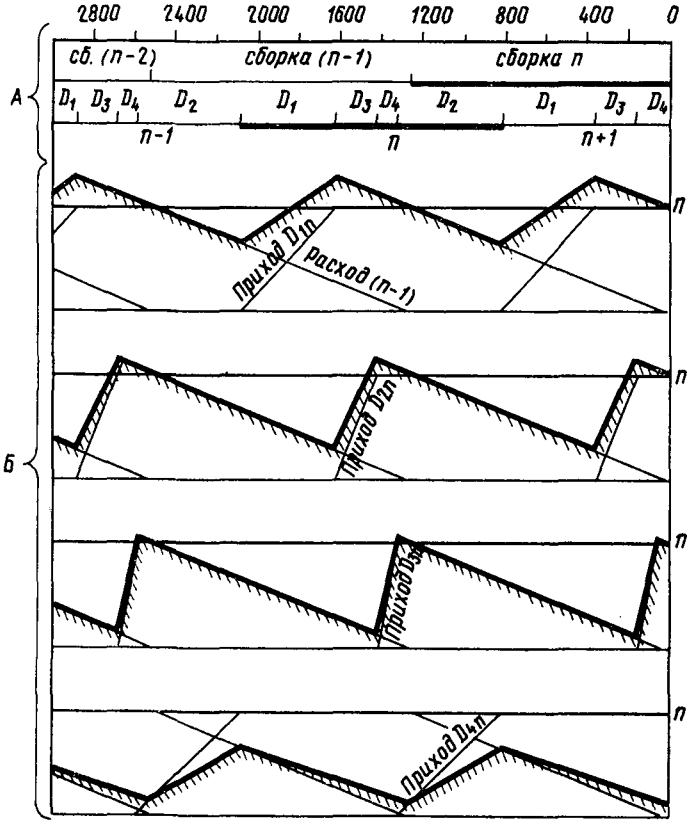


Рис. 48. Схема изменений межоперационных запасов перед сборкой

станке. Если предположить, что на обработку партии деталей требуются определенные затраты времени: $Д_1$—460, $Д_2$—500, $Д_3$—200, $Д_4$—100, а всего 1260 мин, то возникает вопрос о выборе наиболее рациональной очередности обработки партий деталей на станке. Для сокращения межоперационных запасов выгоднее в последнюю очередь обрабатывать партию деталей $Д_2$, так как обработка этой партии может происходить наибольшее время параллельно со сборкой. Кроме того, можно сократить общее опережение в работе станка.

На рис. 48 представлен график работы смежных участков, где осуществляется три цикла. При построении этого графика было взято условно, что к началу сборки изделия будут готовы все детали. Для выполнения этого условия на станке были обработаны все детали партий $Д_1$, $Д_3$ и $Д_4$, а детали партии $Д_2$ — лишь частично, с опережением начала обработки этой партии по сравнению с началом сборки на 60 мин.

Под графиком работы станков (см. рис. 48) сделаны графики изменений межоперационных запасов по деталям партий $Д_1 — Д_4$. Для всех этих деталей, кроме деталей партии $Д_4$, характерны колебания межоперационных запасов от минимума до максимума, значительно превышающего величину партии, и только для деталей партии $Д_4$ максимум запасов не достигает ее величины. Как видно из графиков (см. рис. 48), уровень межоперационных запасов перед сборкой должен быть высоким. Уменьшение запасов против этого уровня неизбежно приведет к перебоям в сборке, вынужденному уменьшению величины партий деталей, обрабатываемых на станках, и, в конечном итоге, к нарушению согласованности в работе смежных участков.

Следует обратить внимание также на то, что для бесперебойной сборки изделий этот запас в данном примере должен обеспечивать сборку на пять смен. Это указывает на особую важность тщательного расчета движения обрабатываемых деталей на смежных участках, которые предшествуют сборке, а также определения величины и динамики изменения межоперационных запасов перед сборкой по каждой партии деталей и надлежащей организации русла потока на этом участке для приема, хранения и питания ими процесса сборки.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОТОКОВ С ПРЕРЫВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПРЕДМЕТОВ

Прерывный характер движения переменного состава обрабатываемых предметов на рабочих местах определяет особенности разработки технологического процесса. Эти особенности относятся прежде всего к выбору оборудования, необходимого для выполнения технологического процесса. Переменный состав продукции приводит к необходимости подбора оборудования универсального типа, пригодного для обработки предметов всей номенклатуры вырабатываемых изделий. При этом к оборудованию предъявляются менее жесткие требования, чем при непрерывном движении предметов и к устойчивости работы оборудования. Простой оборудования, возникший в потоке с прерывным движением предметов, не может распространяться на всю линию, так как между рабочими местами имеются межоперационные запасы предметов. Это обеспечит локализацию

простоя по месту его возникновения. Как известно, межоперационные запасы предметов обработки между участками колеблются циклически — от максимальной до минимальной величины. Поэтому всякий кратковременный простой, возникший на одном рабочем месте, позволяет продолжать работу на всех смежных участках производства, за исключением случаев совпадения простоя на рабочем месте со временем снижения межоперационных запасов до минимума.

В зависимости от стабильности и объема выпускаемой продукции в процессе производства предъявляются разные требования к точности ее изготовления. Для стабильной продукции, выпускаемой в большом объеме, предъявляются требования взаимозаменяемости деталей, а при изготовлении единичной продукции или мелких партий в ряде случаев значительно выгоднее производить детали с последующей пригонкой их по месту при сборке.

В соответствии с особенностями универсального оборудования и требованиями к точности изготовления деталей устанавливаются режимы работы на станках с учетом технологического процесса их изготовления.

Глава 7. ОБОРУДОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НА СКЛАДАХ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

§ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ НА СКЛАДАХ СЫРЬЯ

В лесопильном производстве на складах пиловочного сырья осуществляется комплекс работ, куда входят: приемка сырья, его выгрузка, сортировка, укладка в штабеля, хранение, гидротермическая обработка, окорка и подача в лесопильные цехи на распиловку. Поскольку пиловочное сырье громоздкое и тяжелое, перечисленные выше процессы очень трудоемки. На них приходится 20—30% от всех трудовых затрат, допущенных в производстве пиломатериалов. Поэтому механизация процессов на складах сырья имеет существенное значение в повышении экономических показателей лесопильных предприятий.

Уменьшение трудозатрат связано также с сокращением перемещения сырья на складах и работ по его промежуточному складированию. С этой целью в современных схемах организации производства на складах предусматривается совмещение некоторых операций и выполнение их в комплексных поточных линиях, например: сезонную окорку сырья совмещают с его сортировкой, окорку сырья выполняют непосредственно в потоках лесопильного цеха и т. д. В результате на складе сырья обеспечивается непрерывность процесса и создаются условия для лучшей организации производства на заводе.

Производственный процесс на складах сырья в значительной мере зависит от условий и способов доставки сырья на лесозаводы. На лесопильные заводы сырье поступает в виде пиловочных бревен, а иногда и в виде хлыстов. В последнем случае в производственный процесс на складе сырья входят операции по раскряжевке хлыстов на сортименты, а также по сортировке полученных круглых сортиментов и их отгрузке, кроме пиловочных бревен, переработке низкокачественной древесины и др.

К лесопильным заводам сырье доставляют сухопутно или по воде. В зависимости от расстояния между заводом и районом лесозаготовок пиловочное сырье можно доставлять по железной дороге, а иногда и с помощью автомобильной или тракторной тяги. Автомобили и тракторы обычно используют для доставки сырья на короткое расстояние. По водным путям пиловочное сырье доставляют молевым сплавом, в плотах или на судах; это наиболее распространенная и самая дешевая доставка сырья, которая позволяет лучше сохранить качество древесины. Поэтому большинство лесопильно-деревообрабатывающих предприятий расположено на берегах сплавных и судоходных рек. Недостаток водной доставки сырья заключается в ее сезонности, что вызывает необходимость создания на заводах значительных запасов сырья и устройства больших складов для его хранения как на воде, так и на суше.

При молевом сплаве имеет место утоп какого-то количества бревен, что приводит к потерям как при сплаве, так и в пунктах выгрузки. Кроме того, что молевой сплав загрязняет реки, он мешает развитию рыбного хозяйства. По этим причинам молевой сплав древесины на малых реках значительно сокращается. В то же время доставка пиловочного сырья в плотах и судах по крупным притокам и водным магистралям увеличится.

Все виды сухопутной доставки обычно бывают дороже водной. Однако сухопутная доставка позволяет в течение всего года относительно равномерно доставлять сырье на заводы, максимально сократить площади складов и уменьшить затраты на складские операции. Поэтому многие лесопильные предприятия практикуют водную и сухопутную доставку сырья, в зависимости от мощности завода, вида доставки, условий хранения и сортировки сырья определяют тип склада, его оборудование и организацию складских работ.

§ 2. ПОВРЕЖДЕНИЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ И МЕРЫ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

При транспортировке и длительном хранении на складах в пиловочном сырье происходят физико-химические изменения, в результате которых может значительно снизиться качество

древесины. Помимо этого, пиловочное сырье во время перевозки, а также при длительном хранении может поражаться грибами, повреждаться насекомыми, для развития которых древесина представляет хорошую питательную и жизненную среду. Во избежание этого при транспортировке и хранении на складах сырья необходимо применять меры его защиты.

Защита пиловочного сырья от грибов и насекомых основана на изменении влажности древесины, как главного жизненного фактора. В свежесрубленной древесине лиственных и хвойных пород влажность колеблется в пределах от 45 до 150%. Наименьшее содержание влаги 45—55% характерно для твердых лиственных пород — дуба, ясеня, клена. В свежесрубленной древесине бука, вяза и березы влаги содержится 60—80%, а в древесине мягких лиственных пород — ольхе, тополе, осине, а также хвойных пород — 100—150%.

Древесина способна поглощать или отдавать влагу. В результате изменения влажности древесины в процессе ее просыхания ниже 30% на поверхности бревен появляются трещины в радиальном направлении, а это — большой порок, который влияет на качество пиловочного сырья и служит открытыми путями для спор грибов во внутренние слои древесины.

Наибольшее испарение влаги происходит с торцов бревен, поэтому и трещины появляются раньше всего на торцах. Естественно, что процесс испарения влаги наиболее интенсивно протекает в теплые солнечные дни и гораздо медленнее в прохладные, с высоким насыщением влагой воздуха.

Химические процессы, протекающие в древесине также связаны с изменением ее влажности, когда происходит в ней вытеснение влаги воздухом. Это приводит к окислительным процессам и изменению цвета древесины. Предупредить эти явления можно только путем сохранения влажности древесины на уровне, соответствующем свежесрубленному ее состоянию.

Под воздействием грибов у древесины появляются несвойственные ей окраски и гнили. Наибольшее распространение имеет синева, которая вызывается грибами различных видов. Как известно, для развития грибов необходимы соответствующая температура воздуха и влажность древесины. Грибы, которые поражают древесину на складах, наиболее интенсивно развиваются при температуре воздуха в пределах 22—26° С. Если древесина хвойных пород имеет влажность ниже 22 и выше 150%, грибы на ней не развиваются. Влажность древесины в пределах 35—80% является наиболее благоприятной для развития многих грибов. Таким образом, древесину, которая имеет слишком высокую влажность или воздушную сухость можно хранить без опасений. Эти условия неблагоприятны и для развития насекомых — короедов, усачей, златок, слоников, точильщиков и рогохвосток, которые при подходящих для них условиях сильно поражают древесину. Личинки этих насекомых делают

в древесине ходы различной длины и диаметра, которые принято называть червоточиной, она является существенным пороком. Установлено, что перечисленные выше насекомые поражают подвяленную древесину, но не просушенную.

Способы хранения пиловочного сырья заключаются в создании условий, при которых не образуются трещины и не могут развиваться грибы и насекомые. Наибольшее распространение имеют два способа: водный и влажный, в некоторых случаях применяется и сухой способ хранения древесины. При водном способе — пиловочное сырье затопляют и там хранят до момента его использования. Для такого хранения пиловочного сырья используют естественные или специально подготовленные водоемы. При этом та часть древесины, которая находится в воде полностью застрахована от воздействия грибов и насекомых, а надводную часть сохраняют путем плотной укладки бревен и дополнительного смачивания водой.

Влажный способ хранения практикуется на суше в специальных штабелях, которые хорошо сохраняют влажность древесины. Основные условия сохранения влаги в древесине следующие: высокая начальная влажность заболони, соответствующая влажности свежесрубленной древесины; бревна в штабеле должны быть неокоренными, и чем плотнее укладка, тем лучше сохраняется влажность древесины; концентрация штабелей на складе и дополнительное увлажнение путем дождевания.

Практикуют также укрытие интервалов между штабелями, замазку торцов бревен и т. д. Влажным способом можно хранить и окоренное сырье, но при этом необходимо предварительно подвергнуть его защитной химической обработке (антисептированию). Пиловочное сырье следует хранить не более одного летнего сезона.

Влажный способ непригоден для хранения подсушенных бревен и бревен, зараженных грибами и заселенных насекомыми. Этот способ хранения пиловочного сырья наиболее распространен.

Сухим способом хранят сырье очень редко. Однако применяется он главным образом для сохранения строительного леса, при использовании которого трещины не имеют существенного значения. На лесозаводах сухой способ хранения практикуют только при хранении пиловочного сырья длительное время (больше года). Сухой способ хранения сырья основан на доведении в максимально короткий срок влажности заболони до 25% и ниже. При этом способе хранения древесины бревна укладывают в неплотные штабеля с таким расчетом, чтобы воздух свободно циркулировал как внутри штабелей, так и вокруг них.

Древесина может поражаться грибами и насокомыми не только при хранении на складах, но и при транспортировке. Водная доставка сырья наиболее благоприятна для сохранения у древесины влажного иммунитета. Однако и при этом виде

транспортировки возможно поражение древесины грибами и заселение ее насекомыми, могут также появиться и трещины. Например, при молевом (россыпью) сплаве каждое бревно занимает устойчивое положение в плаву: над водой у него находится одна и та же часть, составляющая примерно 20—30% от общей его массы. Верхняя часть бревен (особенно обсохших) поражается грибами и заселяется насекомыми. Поэтому для сохранения бревен при молевом сплаве нельзя допускать длительного обсыхания или длительного сплава. Исследования показали, что при молевом сплаве продолжительностью до 15 суток поражений бревен грибами и заселения насекомыми не наблюдается.

При сплаве пиловочного сырья в многорядных или пучковых плотах бревна можно разделить на три группы: погруженные в воду полностью (65% от объема плота), полупогруженные (30%) и надводные (5%). В самых неблагоприятных условиях для сохранения находятся надводные бревна, в более благоприятных — полупогруженные и в хороших — подводная часть плота: она не подвергается действию грибов и насекомых. Поэтому при плотовом сплаве для сохранения всей древесины необходимо проводить систематическое смачивание водой надводной части бревен.

При перевозке пиловочного сырья сухопутным транспортом в летнее время имеются условия для растрескивания древесины, поражения ее грибами и заселения насекомыми. Однако если перевозка завершается в короткие сроки, пиловочное сырье сохраняется полностью, а при длительных сроках возможно его существенное поражение грибами и насекомыми. Больше других подвергается порче древесина бука и березы. Поэтому древесину этих пород транспортировать на большие расстояния лучше в осеннее и зимнее время, а до этого хранить в штабелях при условиях, исключающих возможность ее порчи.

§ 3. СОРТИРОВКА ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

Дробность сортировки. На лесозаводы поступает пиловочное сырье различных пород, размеров и качества. Однако в распиловку подают сырье в соответствии с планом раскроя отдельными размерно-качественными группами, подобранными на складах сырья. Необходимая дробность сортировки сырья на размерно-качественные группы должна устанавливаться при проектировании складов сырья. Дробность сортировок зависит от состава пиломатериалов и сырья, его породы, размеров и качества, а также от способов его раскроя.

Задания на поставку пиломатериалов определенных пород предопределяют сортировку сырья по породам на соответствующее количество групп. Если в спецификациях предусмотрена поставка пиломатериалов заданных длин, то для их выработки необходим подбор сырья соответствующей длины. Когда длина

поставляемых пиломатериалов не конкретизируется, а указываются только минимальные и максимальные допускаемые длины, например для экспортных пиломатериалов, то сортировка по длинам необязательна. Однако и в этих случаях для обеспечения укладки бревен в плотные и устойчивые штабеля целесообразно сортировать сырье на две группы: длинномерное — от 4 м и длиннее, и короткомерное — короче 4 м.

Сортировка сырья по диаметрам определяется условиями распиловки по поставам, так как распиловка по одному поставу бревен различных диаметров приводит к большому снижению не только общего выхода, но и выхода пиломатериалов необходимых размеров. На лесозаводах иногда распиливают по одному поставу бревна нескольких смежных диаметров, что недопустимо. Большинство заводов подбирает для одного постава бревна четных диаметров с отклонениями от них ± 1 см; передовые предприятия подбирают бревна по смежным диаметрам с отклонением $\pm 0{,}5$ см. Такая сортировка сырья обеспечивает лучшее использование древесины при выработке пиломатериалов. Исключение представляет распиловка сырья развальным способом на необрезные тонкие доски, при которой по одному поставу можно распиливать бревна четырех—пяти смежных диаметров.

Сортировка сырья по качеству способствует повышению выхода качественных пиломатериалов, создает благоприятные условия для выработки пиломатериалов определенного качества по спецификациям потребителей за счет подбора соответствующего им по качеству сырья.

Необходимая дробность сортировка сырья по отдельным признакам (длина, диаметр, качество, порода) может быть определена по плану раскроя сырья, а общая по формуле

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{пор}} C_l C_d C_{\text{к}}, \qquad (95)$$

где $C_{\text{общ}}$ — необходимая дробность сортировки сырья для распиловки;

$C_{\text{пор}}$ — дробность сортировки сырья по породам;

C_l — дробность сортировки сырья по длинам;

C_d — дробность сортировки сырья по диаметрам;

$C_{\text{к}}$ — дробность сортировки сырья по качеству.

Количество групп сортировки сырья на отдельных заводах может быть довольно большим. Частичная сортировка сырья на размерно-качественные группы осуществляется сплавными предприятиями при формировании плотов. При плотовом сплаве пиловочное сырье сортируют по породам и качеству, а в некоторых случаях на группы по диаметру (крупномерное и тонкомерное). По всем другим признакам сырье сортируют на лесозаводах.

Организация сортировки. Сортировка сырья может осуществляться в одну, две или несколько стадий, но чем меньше стадий сортировки сырья и больше совмещений с другими операциями,

тем эффективнее схема организации производственного процесса, так как сокращаются пути транспортировки бревен и их перевалки. Общая дробность сортировки с учетом стадий ее осуществления может быть представлена формулой

$$C_{общ} = C_1 C_2 \ldots C_n, \qquad (96)$$

где C_1, C_2, ..., C_n — дробность сортировки сырья на отдельных ее стадиях.

В наиболее рациональных схемах складов сырья предусматривается организация сортировки в период выгрузки сырья. Это позволяет улучшить планирование раскроя сырья, упростить по-

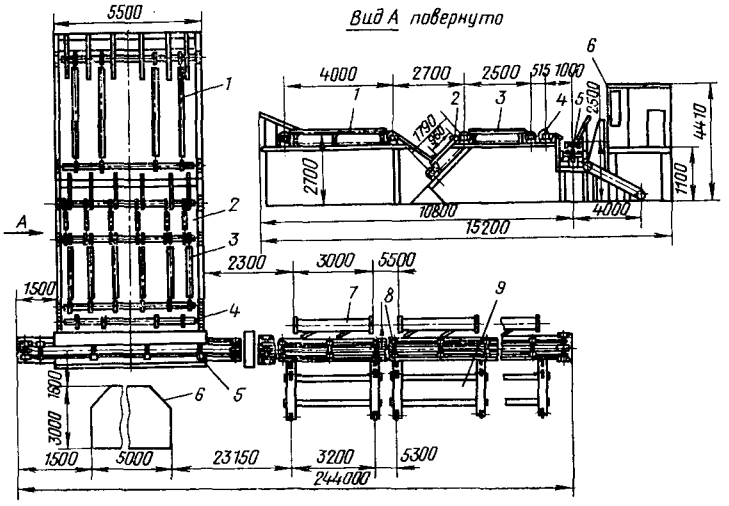


Рис. 49. Сортировочный транспортер СТ-2 (БС-60):

1 — приемный транспортер; *2* — разборщик; *3* — накопительный транспортер; *4* — отсекатель; *5* — загрузочная секция сортировочного участка; *6* — кабина управления; *7* — сбрасыватель бревен; *8* — сортировочный транспортер; *9* — накопительный карман для рассортированных бревен

токи материалов на складе и создать предпосылки для их автоматизации. Во время выгрузки сортировка сырья может быть окончательной или — для обеспечения большой дробности сортировки сырья — предварительной (первая стадия). Окончательная сортировка сырья в этом случае осуществляется на второй стадии, которая так же, как и первая, может совмещаться с какой-либо операцией производственного процесса, например с подачей сырья на гидротермическую обработку.

Устройства для сортировки бревен. При сортировке пиловочных бревен средних размеров (диаметром до 60 см) используют транспортер (линию) марки СТ-2 БС-60. Эта линия (рис. 49) предназначена для сухопутных и водных участков складов сырья и позволяет сортировать сырье по качеству, диаметрам и другим признакам.

Для сортировки тонкомерного и крупномерного сырья предусматривается создание сортировочных транспортеров марок СТ-1 и СТ-3. Работа на сортировочном устройстве осуществляется следующим образом: пачки бревен подают на приемный транспортер, который обеспечивает дозированную подачу бревен в приямок бункерно-ориентирующего устройства (разборщика). За разборщиком установлен накопительный транспортер, на котором создается запас бревен в виде сплошного ковра, обеспечивающий непрерывную загрузку сортировочного транспортера. В конце накопительного транспортера установлен отсекатель, при помощи которого очередное бревно с определенным ритмом, соответствующим ритму работы устройства, отделяется от остальных бревен и подается на загрузочную секцию участка сортировки. Загрузочная секция предназначена для установки бревен в определенное положение на траверсах сортировочного транспортера. Бревна с траверс сбрасываются рычажными сбрасывателями в накопительные карманы. Команды на сброс бревен поступают к сбрасывателям от электрической системы управления.

В линии СТ-2 предусмотрен автоматический замер диаметра бревен. Сорт (или группу качества) бревен определяет оператор, находящийся в кабине управления. Пропускная способность линии до девяти бревен в минуту при их длине 4,5 м. Для рассортированных бревен имеется 25 накопителей (подстопных мест).

Для сортировки пиловочных бревен могут применяться продольные транспортеры. Для автоматизации процесса сортировки продольные транспортеры оборудуются бревносбрасывателями с дистанционной системой управления.

В настоящее время промышленность выпускает несколько типов продольных цепных транспортеров. На лесопильных заводах наибольшее применение получили транспортеры марок Б22У-1, Б22-3 и др. Кинематическая схема продольного транспортера марки Б22У-1 приведена на рис. 50. Транспортер марки Б22У-1 состоит из приводной и натяжной станций, тяговой цепи, автоматического выключателя, действующего при перегрузках или заклинивании тягового устройства и пусковой аппаратуры. К цепи на расстоянии 1632 мм крепятся поперечины-траверсы, на которые укладываются бревна. Скорость движения цепи 0,67 м/с.

Транспортер марки Б22-3 (бревнотаска) может быть использован как горизонтальный для перемещения бревен внутри склада, а также как береговой с наклонным участком для выгрузки бревен из реки и дальнейшего перемещения их по складу. Привод транспортера выполнен в двух исполнениях со скоростью тяговой цепи 0,65 и 1,1 м/с. Механизмы транспортера могут устанавливаться как на бетонном, так и на деревянном фундаменте. В качестве тягового органа у транспортера марки Б22У-1

используется круглозвенная цепь 22×136 мм и у транспортера марки Б22-3 цепь 22×116 мм. Транспортер марки Б22У-1 изготовляется длиной 120 м, а транспортер марки Б22-3 — 140 м. Расстояние между траверсами у транспортера Б22-3 составляет 1600 мм.

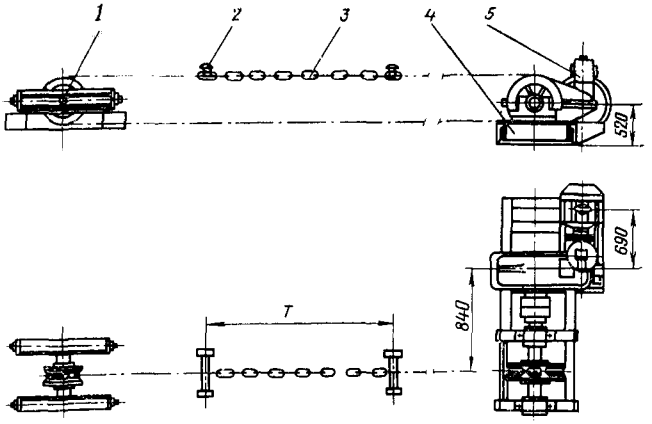


Рис. 50. Кинематическая схема продольного транспортера Б22У-1:

1 — натяжная станция; *2* — траверса; *3* — тяговая цепь; *4* — приводная станция; *5* — автоматический выключатель

Схема продольного транспортера, используемого для сортировки бревен, представлена на рис. 51. У приемной части продольного транспортера установлен пульт управления, сблокированный с управляющим устройством (следящей системой). Оператор, который находится возле пульта управления, осматривая бревно, определяет его размеры и качество. Затем он нажимает на пульте кнопку, соответствующую сорторазмерной группе бревна, и тем самым подает команду механизму дистанционного управления, который автоматически включает нужный сбрасыватель в момент подхода к нему бревна. С продольного транспортера бревна сбрасываются в специальные накопители, где формируются пачки бревен определенной сорторазмерной группы.

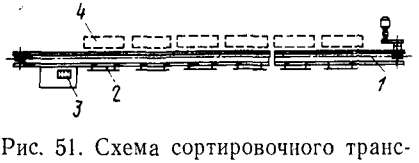


Рис. 51. Схема сортировочного транспортера:

1 — продольный цепной транспортер; *2* — сбрасыватели бревен; *3* — пульт управления; *4* — накопительные карманы

Для сбрасывания бревен с продольных сортировочных транспортеров применяются разнообразные как по конструкции, так и по принципу работы устройства — сбрасыватели. Они снабжаются индивидуальным приводом, который может быть элек-

тромеханическим, пневматическим и гидравлическим. Имеются также сбрасыватели с приводом от цепи транспортера. Имеются и гравитационные сбрасыватели, которые действуют за счет массы бревна. Гравитационное сбрасывающее устройство показано на рис. 52. Оно состоит из саморазгружающихся траверс, смонтированных на тяговой цепи, механизма включения, набора подвижных и неподвижных уголков и базового уголка. Подвижные уголки устанавливаются в местах сброса бревна, против накопителей, а неподвижные — между накопителями. Саморазгружающаяся траверса состоит из корпуса, на котором шарнирно установлено седло. Ось поворота седла смещена на 45 мм отно-

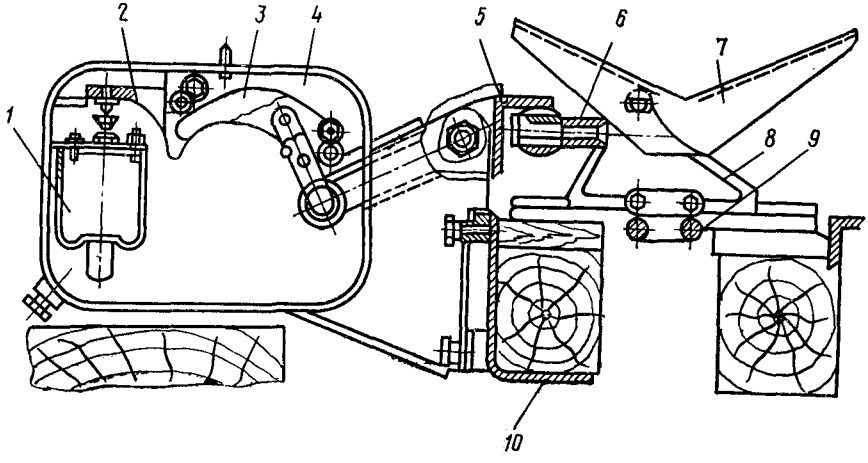


Рис. 52. Гравитационный сбрасыватель бревен:

1 — электромагнит; *2* — защелка; *3* — рычаг; *4* — механизм включения; *5* — подвижный уголок; *6* — хвостовик; *7* — седло; *8* — саморазгружающаяся траверса; *9* — тяговая цепь; *10* — базовый уголок

сительно оси бревна, расположенного на седловине, в сторону противоположную сбросу бревна. В исходном положении качающаяся седловина удерживается хвостовиком с роликовой опорой, связанным с седловиной и опирающимся на внутреннюю горизонтальную полку удерживающего уголка.

Механизм включения удерживает траверсы в рабочем положении и обеспечивает их опрокидывание в местах сброса бревен. Механизм состоит из толкающего электромагнита ударного действия, защелки с бойком и рычага, связанного с подвижным уголком. При подходе бревна к месту сброса от управляющего устройства подается импульс в электромагнит механизма включения. Сердечник электромагнита, втягиваясь, ударяет своим штоком по ударнику шарнирно подвешенной защелки. При этом освобождается конец рычага защелки, который разобщает рычажную систему механизма включения, удерживающего уголок в исходном положении. Хвостовики качающихся седловин

траверс под действием смещенного центра тяжести бревна откидывают подвижный уголок, качающиеся седловины наклоняются в сторону сброса бревна, и оно скатывается. После сброса бревна подвижный уголок под действием собственного веса занимает исходное положение, возвращая при этом в исходное положение и механизм включения.

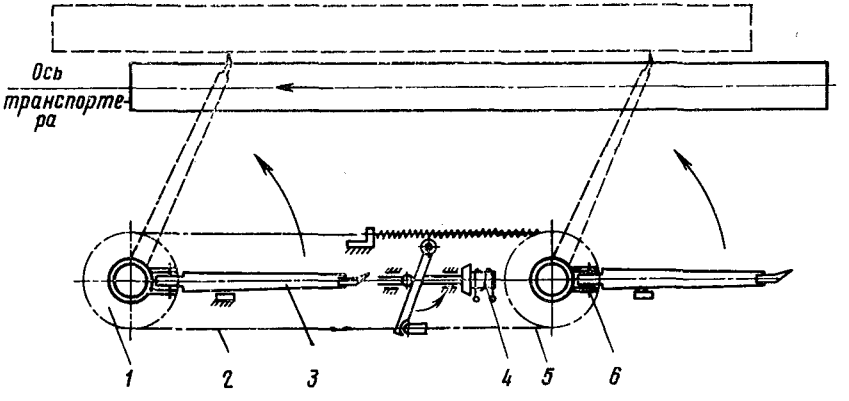


Рис. 53. Электромеханический сбрасыватель бревен СибНИИЛПа:
1 — звездочка; *2* — тяга; *3* — рычаги; *4* — электромагнит; *5* — цепь; *6* — шарнирный болт

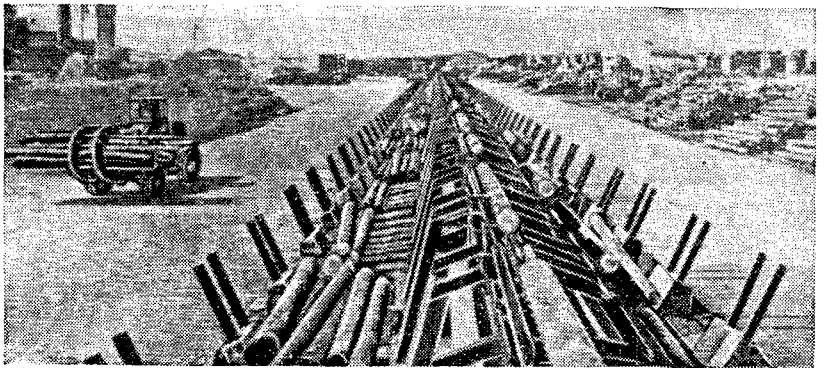


Рис. 54. Общий вид сортировочного транспортера с двусторонним сбросом бревен

Электромеханический сбрасыватель бревен Сибирского научно-исследовательского института лесной промышленности (СибНИИЛП) показан на рис. 53. В этом механизме сбрасывание бревен осуществляется двумя рычагами с заостренными гребенками на концах. Рычаги укреплены шарнирными болтами на поворотных втулках со звездочками, связанными между собой

цепью и тягами. Оба рычага под действием электромагнита одновременно поворачиваются до сцепления с боковой поверхностью бревна. После того как гребенки врежутся в бревно, оно сбрасывается силой тяги транспортера. При большой дробности сортировки сырья для уменьшения длины сортировочного устройства возможен и двусторонний сброс бревен с сортировочного устройства (рис. 54).

§ 4. ТИПЫ ШТАБЕЛЕЙ И РАСЧЕТ ИХ ЕМКОСТИ

Каждому способу хранения сырья присущи определенные типы штабелей. При водном способе хранения на реках сырье размещают в многорядных и пучковых сплавных плотах

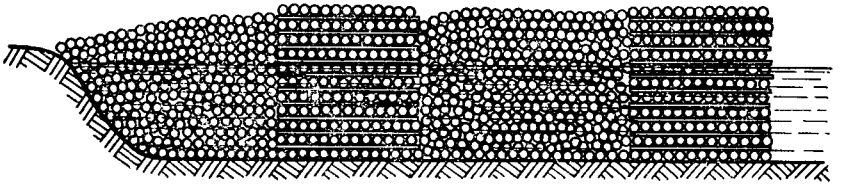


Рис. 55. Затопленный штабель бревен

на плаву, в озерах, и прудах — в плотах, пучках или затопляемых штабелях. Плоты укрепляют в целях предохранения их от разрушения течением, особенно при сильном ветре. При хранении древесины затоплением штабеля устраивают из нескольких секций длиной 12—30 м (рис. 55). Высота подводной части штабеля определяется глубиной водоема, а надводная часть должна быть не менее $^1/_3$ высоты подводной части. Бревна в штабель укладывают плотно (без прокладок). Для обеспечения устойчивости штабеля головную часть секции укладывают на прокладках. Надводную часть штабеля в летнее время целесообразно дополнительно смачивать водой (дождевать).

При влажном способе хранения бревна укладывают в плотные (беспрокладочные) пачковые и пачково-рядовые штабеля. Плотные штабеля (рис. 56, *а*) укладывают без прокладок. В пачково-рядовые (рис. 56, *б*) и пачковые (рис. 56, *в*) штабеля бревна укладывают пачками на прокладках толщиной 16 см. Различие этих штабелей в том, что в пачково-рядовом штабеле пачки бревен в ряду не разделяются, а в пачковом отделяются одна от другой прокладками толщиной 8—10 см. Высота ряда в пачково-рядовом штабеле может быть от 0,5 до 2 м (в зависимости от объема укладываемых пачек и диаметра бревен).

Каждый штабель формируется на подштабельном основании, которое создается из двух рядов бревен (рис. 57). В нижний ряд укладывают низкосортные бревна (но без гнили) диаметром

20 см. На них вдоль оси штабеля укладывают две нити прокладок из бревен диаметром 24—26 см и длиной не менее 3,5 м. Интервал между соседними штабелями должен быть не более 1,5 м.

В зависимости от вида оборудования, применяемого для укладки штабелей, и особенностей грунта высота штабелей при влажном хранении может быть 8—14 м, а длина 80—400 м.

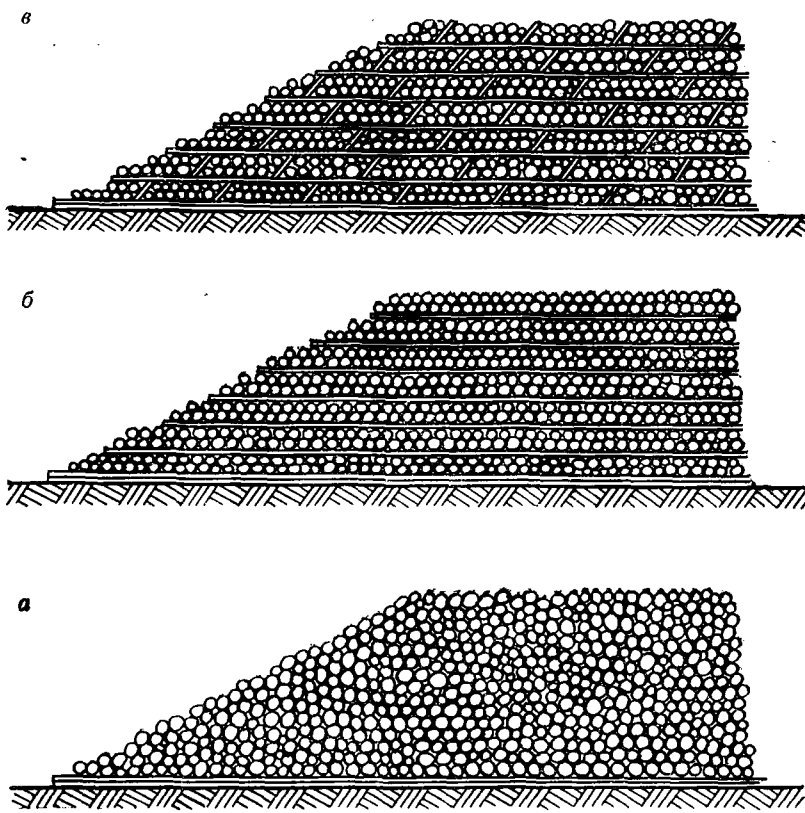


Рис. 56. Типы штабелей при влажном способе хранения сырья:
а — плотный (беспрокладочный) штабель; *б* — пачково-рядовой штабель; *в* — пачковый штабель

Укладка бревен в плотные (беспрокладочные) штабеля имеет ряд преимуществ по сравнению с укладкой в пачковые или пачково-рядовые штабеля. При укладке в плотные штабеля лучше сохраняется пиловочное сырье, повышается производительность труда при формировании штабелей, так как не требуются трудоемкие работы по укладке и прирубке прокладок, увеличивается емкость штабелей, что сокращает затраты на сооружение складов, экономится древесина, используемая на прокладки.

Основное преимущество пачковых и пачково-рядовых штабелей — это наличие прокладок, позволяющих легко перемещать пачки бревен по штабелю при укладке штабелей лебедками, свободно освобождать стропы при укладке пачек в штабеля и подводить стропы под пачку при разборке штабелей. Однако в настоящее время, когда для разборки штабелей краны оснащаются грейферами и усовершенствованы способы формирования и разборки беспрокладочных штабелей лебедками (ЦНИИМОД), плотные штабеля являются наиболее рациональным типом штабелей при влажном способе хранения сырья.

С наступлением устойчивой теплой погоды (при температуре выше 5° С) штабеля сразу после укладки необходимо подвергать дождеванию. Дождевание осуществляют по всей поверхности штабеля. Для этого применяются различные дождевальные установки, например, КДУ-55, которую подсоединяют к магистральному трубопроводу, куда поступает вода от насосной станции (семь КДУ-55 обрабатывают 70—90 тыс. куб. м сырья). Дождевание начинают с 6 ч утра и заканчивают в 21 ч. Продолжительность разрыва между поливами определяют в зависимости от пород; для хвойных пород она не должна превышать 2 ч, для лиственных — не более 1 ч. Продолжительность полива 15 мин.

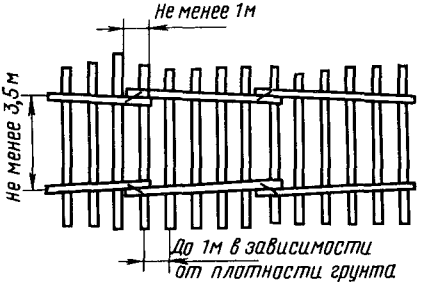


Рис. 57. Подштабельное основание

На территории складов для влажного хранения сырья при концентрации штабелей создается особый микроклимат, который значительно отличается от климата окружающей среды: между штабелями становятся другими изменения суточной температуры, влажности и скорости движения воздуха. Относительная влажность воздуха в штабелях и межштабельных пространствах близка к насыщению и создает благоприятные условия для сохранения влаги в древесине, влияет на температуру воздуха в штабелях и в околоштабельном пространстве: днем температура ниже, а ночью несколько выше, чем в окружающей открытой местности. Необходимо отметить, что испарение влаги по высоте и длине штабеля не одинаковое: в центральной части штабеля влага испаряется наиболее медленно, а на его поверхностных участках значительно быстрее. Поэтому для верхних слоев бревен штабеля дождевание особенно важно.

Сохранение влаги в древесине во многом зависит от климата и сроков укладки бревен в штабеля. По степени и интенсивности просыхания древесины территория СССР условно подразделена на четыре зоны:

первая зона — Архангельская, Мурманская, Вологодская, Кировская, Пермская, Свердловская, Сахалинская области, северная половина Западной и Восточной Сибири, Коми АССР;

вторая зона — Карельская АССР, Ленинградская, Новгородская и Псковская области;

третья зона — Латвийская ССР, Литовская ССР, Белорусская ССР, Эстонская ССР, Смоленская, Калининградская, Московская, Калининская, Орловская, Тульская, Рязанская, Ивановская, Ярославская, Горьковская, Челябинская, Брянская, Владимирская, Калужская, Костромская области, южная часть Западной и Восточной Сибири, Чувашская, Марийская, Мордовская, Татарская, Башкирская и Удмуртская АССР;

четвертая зона — Украинская ССР, Молдавская ССР, Курская, Астраханская, Куйбышевская, Саратовская, Волгоградская, Оренбургская, Воронежская, Тамбовская, Пензенская, Ростовская, Ульяновская области, Северный Кавказ и Закавказье.

В каждой зоне бывают сезоны и характерные периоды хранения пиловочных бревен хвойных пород (табл. 34).

Таблица 34

Сезоны и периоды хранения древесины хвойных пород, характерные для каждой зоны

Сезоны	Период сезона	Продолжительность сезона и период по зонам			
		первой	второй	третьей	четвертой
Зимний		От времени замерзания рек до вскрытия их			
Летний	Первый	От времени вскрытия рек до середины июня	От времени вскрытия рек до середины июля	От времени вскрытия рек до начала августа	От времени вскрытия рек до середины августа
	Второй	От середины июня до конца июля	От середины июля до середины августа	От начала августа до начала сентября	От середины августа до середины сентября
	Третий	От конца июля до времени замерзания рек	От середины августа до времени замерзания рек	От начала сентября до времени замерзания рек	От середины сентября до времени замерзания рек

Для сохранения сырья наиболее благоприятная пора укладки бревен в штабеля — это третий период летнего сезона, менее благоприятна — второй и совсем неблагоприятна — первый. Поэтому на предприятиях с водной доставкой сырья его выгружают из воды и укладывают в штабеля начиная с третьего периода летнего сезона. Так создают зимние запасы сырья.

При сухом способе хранения бревна до укладки в штабеля окоряют, но при этом оставляют нетронутым лубяной покров, так как он предотвращает растрескивание. Бревна укладывают в небольшие штабеля на прокладках. Высота подшта-

бельного основания должна быть не менее 40—50 см. Нижний ряд бревен укладывают с промежутками между бревнами в 30—40 см. При этом штабеля бывают нормальные и разреженные. Нормальные штабеля отличаются плотной укладкой бревен в каждом ряду. Толщина прокладок должна быть не менее $^1/_3$ диаметра укладываемых бревен. В разреженных штабелях бревна в рядах укладывают с промежутками 5 см. В качестве прокладок используют те же бревна. Высота штабелей не более 2 м от верха подштабельного основания. Разрыв между штабелями должен быть не менее 2 м. Емкость штабеля (объем древесины, уложенной в штабель) определяют по формуле

$$Q = VK, \tag{97}$$

где V — габаритный объем штабеля, м³;

K — коэффициент заполнения штабеля (табл. 35).

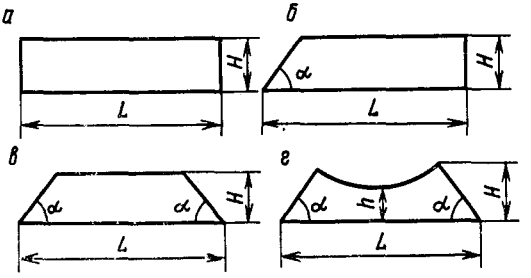


Рис. 58. Форма штабелей

Таблица 35

Значение коэффициентов заполнения штабелей

Тип штабеля	Диаметр бревен, см					
	16—22		24—30		32 и более	
	не окоренных	окоренных	не окоренных	окоренных	не окоренных	окоренных
Пачковый	0,52—0,56	0,58—0,63	0,57—0,62	0,60—0,68	0,63—0,67	0,74—0,79
Плотный (беспрокладочный)	0,58—0,63	0,65—0,70	0,64—0,70	0,72—0,76	0,70—0,75	0,74—0,79

В зависимости от применяемого на складах сырья оборудования и способов укладки форма штабеля может быть различной; переднюю и заднюю стенку штабеля можно выкладывать вертикально или с наклоном, угол наклона 35—40°. Вершина штабеля может быть прямолинейной или криволинейной, с понижением к середине (рис. 58).

Объем штабеля определяют с учетом его формы. Для этого необходимо знать габарит штабеля: длину L (м), высоту H (м),

ширину (длину бревна) l (м), α — угол наклона торцовых стенок штабеля, град. Имея данные обмера штабеля, вычисляют габаритный объем V (м³). Для вычисления объема штабеля пользуются формулами:

$$V_а = HLl \tag{98}$$

$$V_б = Hl\left(L - \frac{H}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha}\right); \tag{99}$$

$$V_в = Hl\left(L - \frac{H}{\mathrm{tg}\,\alpha}\right); \tag{100}$$

$$V_г = l\left[\frac{H+h}{2}\left(L - \frac{2H}{\mathrm{tg}\,\alpha}\right) + \frac{H^2}{\mathrm{tg}\,\alpha}\right] = l\left(L\frac{H+h}{2} + \frac{Hh}{\mathrm{tg}\,\alpha}\right). \tag{101}$$

§ 5. ВЫГРУЗКА СЫРЬЯ, ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗБОРКА ШТАБЕЛЕЙ

На складах, куда сырье поступает по водным трассам, многие работы выполняются в зависимости от имеющегося оборудования и других местных условий в различных последовательности и сочетаниях, например: прием и хранение на воде поступившего сырья; расформирование плотов (при плотовой доставке) и транспортирование древесины в пучках или россыпью к местам выгрузки; выгрузка, сортировка и транспортировка сырья к лесопильным цехам для распиловки или укладки в штабеля на зимнее хранение; разборка штабелей и подача бревен для распиловки; гидротермическая обработка бревен (в зимнее время); окорка сырья; накопление бревен в бассейнах и подача их в лесопильный цех для распиловки.

Сырье из воды можно выгружать пачками или отдельными бревнами, поштучно. Более широко применяется пачковая выгрузка. Поштучная выгрузка очень трудоемка и применяется сравнительно редко.

При доставке сырья по сухопутным трассам на складах осуществляются выгрузка, сортировка, окорка и подача в лесопильный цех для распиловки. Совмещение и чередование этих операций, а также последовательность их выполнения определяются в зависимости от рельефа местности, размера и формы свободной площади, мощности завода, дробности сортировки сырья по условиям распиловки, климатических особенностей района по условиям хранения сырья, от оснащенности склада оборудованием для выгрузки и укладки бревен и т. д.

Выявление наиболее рационального производственного процесса с минимальными эксплуатационными издержками на весь комплекс работ и такими же капиталовложениями на строительство складов — один из важнейших путей снижения затрат на пилопродукцию. Для этого необходимо знать основные технические средства и способы выполнения отдельных работ на складах. Ниже приводится описание отдельных работ.

РЕЙДЫ ДЛЯ ПРИЕМКИ, ХРАНЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ К ВЫГРУЗКЕ

При водной доставке сырья на водоеме (река, озеро) возле лесопильного завода устраивается рейд. Рейдом называется ограниченная часть водной поверхности, предназначенная для приемки, временного хранения, сортировки и подачи сырья на выгрузку. Для облегчения перемещения бревен по воде рейды обычно располагаются выше лесозавода по течению. При выборе места под рейд учитывают скорость течения воды, а также силу и направление господствующих ветров. Рейд должен быть защищен от ветра и волн. Для рейда существенное значение имеет быстрота течения воды. Наиболее благоприятная скорость течения воды это от 0,3 до 0,7 м/с. Вода при скорости течения более 1 м/с может бревна унести, а при очень медленном течении или полном отсутствии его необходима специальная установка ускорителей течения воды.

Рейд обычно состоит из нескольких последовательно расположенных соответственно течению воды участков. Состав участков зависит от того, каким способом сырье поступало в приемник для временного хранения. Если сырье поступает молевым сплавом, то рейд состоит из двух участков — приемного и сортировочного. Когда сырье поступает в плотах, то после приемного участка отводят еще один — для роспуска плотов, который называют расформировочным участком. Приемный участок может быть удален от основного рейда на значительное расстояние. Площадь приемного участка должна быть достаточной для размещения максимального количества бревен, одновременно поступающих к лесозаводу. Для установки плотов, их закрепления и предупреждения аварий этот участок должен иметь свайные кусты и ограждения из бревен, называемые бонами. Боны состоят из одного или нескольких рядов бревен, соединенных между собой по длине и ширине, а иногда и по высоте.

Сортировочный участок предназначен для сортировки сырья по породам, размерам и качеству. Для выполнения этой операции на участке для бревен устанавливаются специальные устройства. Они бывают коридорные, веерные и комбинированные.

Коридорные устройства (рис. 59) используются для сортировки бревен при скорости течения воды не более 0,4 м/с. Они состоят из сортировочного коридора, сортировочных двориков и выпускного коридора. Бревна поступают в сортировочный коридор через сортировочные ворота. Рабочие, находящиеся на переходных мостиках, направляют бревна в сортировочные дворики. Каждый дворик предназначен для бревен определенных размеров и качества. Накопившиеся в том или ином дворике в должном количестве отсортированные бревна направляются в выпускной коридор, а из него — на выгрузку, или в лесоцех, или на склад. В сортировочном коридоре бревна располагают перпендикулярно направлению движения (поперечной щетью). В этом случае одновременно сортируется большое количество

бревен. Коридорные сортировочные устройства имеют большую пропускную способность, особенно если передвижение бревен в коридорах механизировано.

Веерные сортировочные устройства (рис. 60) устанавливают при скоростях течения воды от 0,4 до 0,7 м/с. В эти устройства бревна поступают через сортировочные ворота. Отсюда после сортировоки бревна направляются в тот или иной сортировочный дворик. Из двориков через выпускной коридор отсортиро-

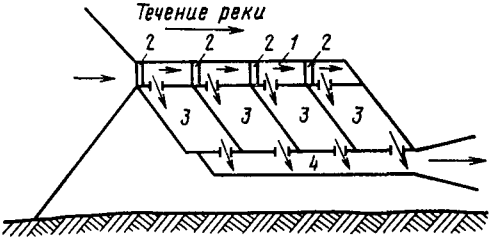


Рис. 59. Схема коридорного сортировочного устройства:
1 — сортировочный коридор; *2* — переходные мостики; *3* — сортировочные дворики; *4* — выпускной коридор

ванные бревна подаются к местам выгрузки — в лесопильный цех или на склад. Через сортировочные ворота и в двориках бревна проходят продольной щетью. Рабочие, выполняющие сор-

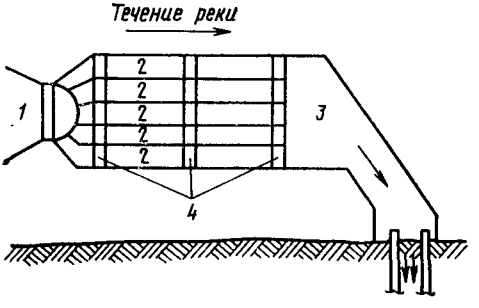


Рис. 60. Схема веерного сортировочного устройства:
1 — сортировочные ворота; *2* — сортировочные дворики; *3* — выпускной коридор; *4* — переходные мостики

тировку, находятся на переходных мостиках. Пропускная способность веерных сортировочных устройств меньше, чем коридорных. Здесь сырье сортируется на небольшое количество групп.

Комбинированное устройство для сортировки бревен (рис. 61) объединяет в себе коридорное и веерное устройства. Через сортировочные ворота бревна подаются в сортировочный коридор. Из этого коридора бревна направляют в дворики коридорного сортировочного устройства или через ворота в рабочие дворики веерной сортировки. После того как в двориках накопится достаточное количество сортированных бревен, их подают через выпускной коридор или непосредственно из двориков к выгрузочным средствам. Такое сортировочное устройство следует применять при сортировке сырья на большое число групп и при значительных количествах сырья.

Общая площадь сортировочных двориков должна быть достаточной для размещения сырья, поступающего в течение суток на выгрузку и распиловку.

Естественно, что сортировка бревен на воде значительно облегчается их плавучестью. Поэтому для сортировки пиловочного сырья длительное время стремились использовать рейды и бассейны лесопильных заводов. Однако сортировка бревен и на воде — довольно тяжелый и трудоемкий процесс. Для облегчения сортировки применяют некоторые механизмы и оборудование. Так, для перемещения бревен к сортировочным воротам при скорости течения воды менее 0,15 м/с или в непроточной воде используют мелкосидящие катера или специальные ускорители

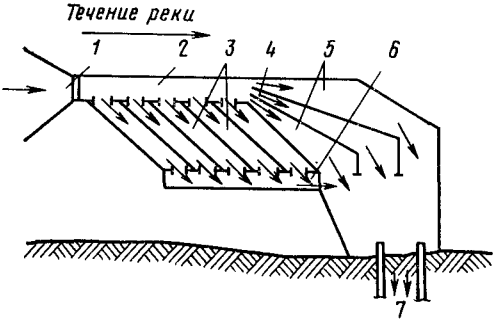


Рис. 61. Схема комбинированного сортировочного устройства:

1 — сортировочные ворота; *2* — сортировочный коридор; *3* — дворики коридорной сортировки; *4* — ворота веерной сортировки; *5* — дворики веерной сортировки; *6* — выпускной коридор коридорной сортировки; *7* — транспортеры для выгрузки бревен

течения. Для механизации продвижения древесины по воде применяют различные ускорители. Ускорители различаются по принципу действия. Например, гидравлические ускорители создают поверхностное движение воды, лебедочные, тросовые, барабанные — захватывают бревна и перемещают их по воде. В механизации сортировки сырья на суше имеются определенные достижения. Поэтому за последнее время отдается предпочтение сортировке пиловочного сырья не на воде, а на суше.

На рейдах к трудоемким процессам относится также роспуск плотов и сплавных пучков. Для механизации этих работ применяют лебедки, плавучие стреловые краны и специальные размолевочные станки. Грузоподъемность оборудования, используемого при пачковой выгрузке сырья из воды, иногда бывает недостаточной для выгрузки цельных сплавных пучков. В этом случае сплавные пучки на рейде расформировывают и делают пачки, которые по своему объему соответствуют грузоподъемности оборудования. Для выполнения этой работы на рейде устанавливают размолевочно-пакетирующие станки.

ВЫГРУЗКА СЫРЬЯ, ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗБОРКА ШТАБЕЛЕЙ КРАНАМИ

Для механизации работ на складах сырья получили применение козловые, кабельные и мостокабельные краны. Козловой кран состоит из мостовой фермы, опирающейся на две стойки-

ноги, установленные на ходовых тележках, посредством которых кран перемещается по рельсам. Вдоль мостовой фермы проложен рельсовый путь, по которому передвигается грузовая тележка с грузозахватными приспособлениями. Козловые краны бывают бесконсольные и консольные. При использовании бесконсольных кранов бревна доставляются транспортером или вагонами в пролет между опорами крана. У консольного козлового крана тележка может выходить за пределы его опор, что позволяет с консоли выгружать сырье из воды, разгружать вагоны и карманы-накопители у транспортеров, установленных под консолью крана, а также укладывать сырье в штабеля в про-

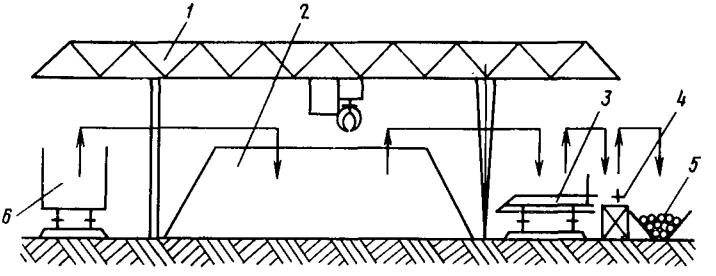


Рис. 62. Схема установки консольного козлового крана и организация работ на складе сухопутной доставки сырья:
1 — козловой кран; *2* — штабель бревен; *3* — устройство для разборки пачек бревен; *4* — сортировочный транспортер; *5* — карман-накопитель; *6* — ж.-д. вагон

лете крана, разгружать штабеля и подавать бревна к транспортным средствам, поставляющим их на участки дальнейшей обработки. Поэтому консольные краны — наиболее удобные механизмы для работ на складах древесного сырья. Консольно-козловые краны общего назначения (ККУ-7,5 и ККУ-10), которые используются на складах сырья лесопильных заводов, имеют грузоподъемность соответственно 7,5 и 10 т и наибольшую высоту подъема крюка 10 м. Величина пролета у этих кранов составляет 32 м, а вылет консоли — 9,5 м. Эти краны не могут выгружать бревна непосредственно из воды из-за недостаточного вылета консоли. Поэтому при укладке штабелей на складах с водной доставкой сырья такие краны обычно используются в сочетании с продольными транспортерами, которые в этом случае выгружают бревна из воды и доставляют к месту укладки их в штабеля. Последние формируются в пролете крана, причем укладываются параллельно рельсовым путям. При сухопутной доставке, когда запасы сырья на складе невелики, его укладывают в невысокие короткие штабеля. Поэтому при механизированной разгрузке бревен из сухопутного транспорта штабеля формируются в пролете консольного крана перпендикулярно подкрановым путям (рис. 62).

Схема установки козловых кранов на складах с водной доставкой сырья показана на рис. 63. Процесс выгрузки сырья из воды и формирования штабелей осуществляется следующим образом. Сплавные пучки распускают в размолевочном станке и береговой бревнотаской сырье выгружают из воды. С бревнотаски сырье поступает на сортировочный транспортер. С транспортера бревна распределяются по карманам-накопителям. Кран, один из консолей которого перекрывает карманы - накопители, передвигаясь по рельсам, забирает бревна и укладывает в штабеля. Для захвата бревен кран оснащен вибрационным грейфером и поворотной подвеской, что дает возможность разворачивать пачки бревен на 90° и формировать штабеля параллельно подкрановым путям. Сырье укладывается в плотные штабеля. В бригаду по выгрузке сырья входит 6 человек: крановщик, оператор

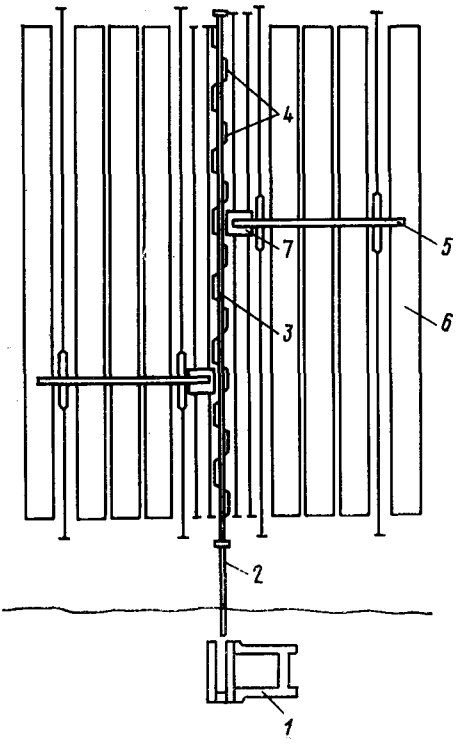


Рис. 63. Схема установки козловых кранов на складе водной поставки сырья:

1 — размолевочный станок; *2* — береговая бревнотаска; *3* — сортировочный транспортер; *4* — накопительные карманы; *5* — кран; *6* — штабель бревен; *7* — устройство для разборки пачек бревен

сортировочного транспортера, два подавальщика бревен из воды на бревнотаску и двое рабочих на подгонке и размолевке пучков. Производительность на выгрузке сырья из воды достигает 600 м³ за одну смену.

При разборке штабелей крановщик опускает вибрационный грейфер на штабель, включает вибраторы и, после заглубления челюстей грейфера, включает механизм замыкания челюстей. Затем бревна укладываются на устройство для разборки пачки бревен, откуда они поштучно загружаются на сортировочный транспортер. Последний при разгрузке штабелей используется только для транспортировки бревен. С этого транспортера бревна передаются на продольный транспортер, который доставляет их к лесопильному цеху. Бригада по разборке штабелей

состоит из 2 человек — крановщика и оператора устройства по разборке пачек.

Новый специализированный консольный козловой кран марки ККЛ-8 предназначен для механизации работ на складах сырья лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. Этот кран имеет грузоподъемность 8 т, его пролет составляет 40 м, длина консолей 15 м, высота подъема крюка 16 м. Кран марки ККЛ-8 можно использовать для выгрузки сырья из воды, а также при формировании и разборке штабелей.

Кабельные краны применяют на складах с большим количеством сырья в комплексной механизации выгрузки, укладки и разборки штабелей. Каждый такой кран состоит из двух башен, между которыми натянут несущий канат. По этому канату перемещается грузовая тележка с приспособлениями для захвата бревен. Башни кранов устанавливают на рельсах, уложенных на бетонном или шпальном основании. Одна из башен — натяжная, другая — машинная. В машинной башне установлены все механизмы и сосредоточенно все управление краном. Кабельные краны бывают стационарные и передвижные. На складах сырья обычно применяют передвижные краны, которые могут быть с параллельным перемещением обеих башен или с радиальным перемещением одной башни. По способу перемещения кабельные краны подразделяются на параллельные и радиальные. Наибольшее применение имеют кабельные краны с параллельным перемещением башен. Эти краны позволяют более полно использовать площадь склада. Машинную башню располагают в начале штабеля, а натяжную — в его хвосте. Для выгрузки бревен из воды у машинных башен кранов устанавливают низкие поперечные транспортеры элеваторы (рис. 64, *а*). При выгрузке сырья из воды бревна поперечной щетью подаются к поперечному элеватору и по несколько штук захватываются его крючьями. С цепей элеватора бревна попадают в бункер, где формируется пачка бревен. С помощью строп пачка бревен подвешивается к тележке крана и подается в штабель, формируемый в пролете крана. На выгрузке бревен из воды работает бригада из 13 человек. Бревна укладывают в пачково-рядовые или пачковые штабеля. В процессе разборки штабеля рабочие подводят стропы под пачку бревен и прицепляют ее к траверсе крана. После этого пачку снимают со штабеля и подают к гидролотку или продольному транспортеру. На разборке штабелей работает бригада из восьми человек.

Кабельные краны могут иметь свисающую над водой башню (рис. 64, *б*). Грузоподъемность такого крана 8 т, что для выгрузки цельных сплавных пучков без размолевки недостаточно. Поэтому сплавные пучки расформировывают в пачки, объем которых соответствует грузоподъемности крана в размолевочно-пакетирующем станке. Такой кран на выгрузке сырья обслуживает бригада из 9—10 человек.

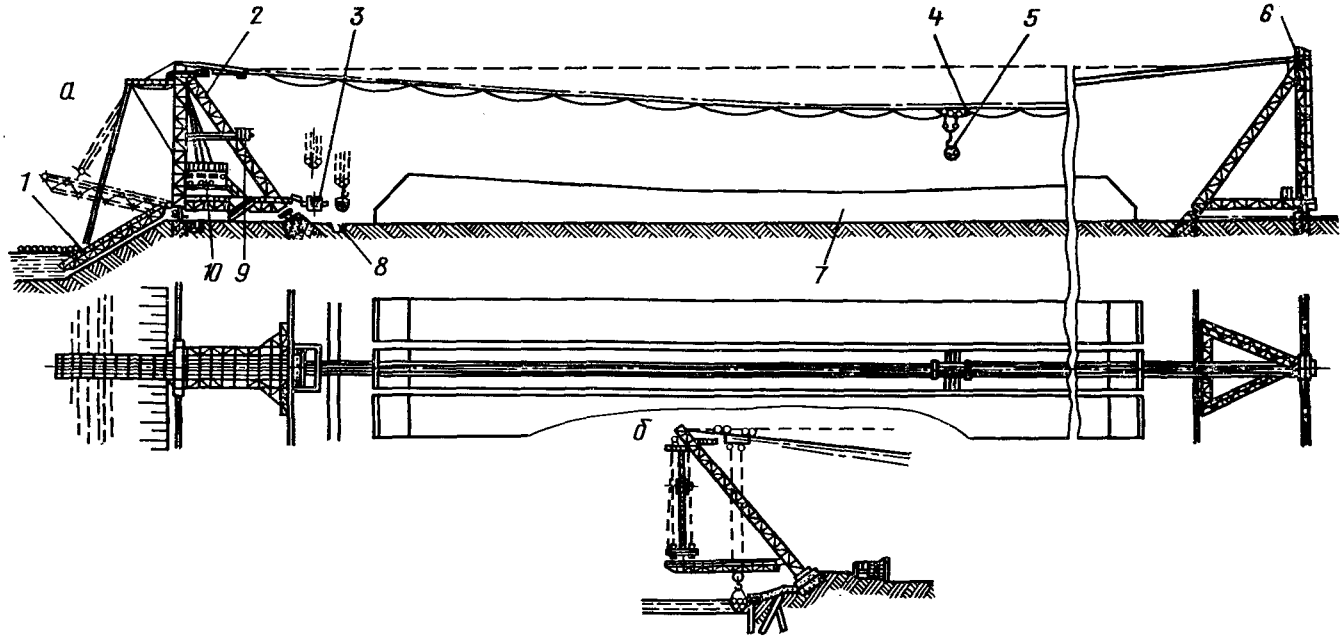


Рис. 64. Схема установки параллельно-передвижных кабельных кранов:

а — с поперечным элеватором: *1* — поперечный элеватор; *2* — машинная (береговая) башня; *3* — бункер для бревен; *4* — тележка; *5* — траверса; *6* — контрбашня; *7* — штабель; *8* — гидравлический лоток; *9* — кабина крановщика; *10* — машинное отделение; *б* — с береговой (качающейся) башней, свисающей над водой

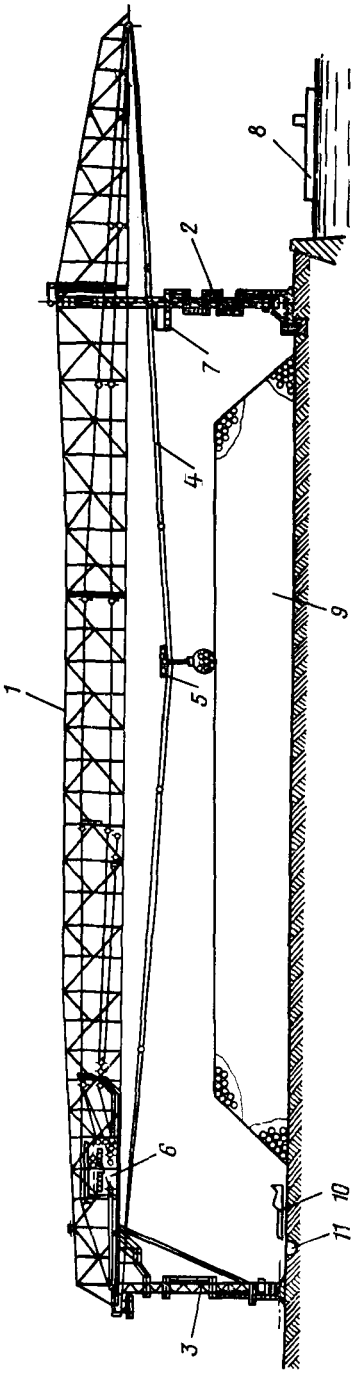


Рис. 65. Схема установки мостокабельного крана:
1 — кран; *2* и *3* — опоры крана; *4* — несущие канаты; *5* — тележка; *6* — машинное отделение; *7* — кабина управления; *8* — машина для переформирования пучков бревен; *9* — штабель; *10* — устройство для разборки пачек бревен; *11* — гидрологок

Провес несущего каната у кабельных кранов составляет 4—5% от длины пролета, поэтому высота башен при больших пролетах у них достигает 50 м и более. Пролет у кабельных кранов составляет 300—500 м. В пролете можно формировать штабеля высотой 12—14 м и длиной до 400 м. Для оснащения большепролетных кабельных кранов используют вибрационные грейферы Московского лесотехнического института (МЛТИ). С применением грейферов (вместо строп) сокращается численность бригады, которая обслуживает кран, и возрастает его производительность. Грузоподъемность кабельных кранов находится в пределах от 7 до 25 т, скорость перемещения груза достигает 300 м/мин, а скорость подъема 60 м/мин. Скорость перемещения башен 7—15 м/мин.

Мостокабельный кран, в отличие от кабельного — имеет мостовую ферму, установленную на двух высоких опорах. На концах мостовой фермы закреплены несущие тросы, по которым передвигается тележка с захватными приспособлениями. Основные усилия от веса грузовой тележки и пачки бревен воспринимаются несущим тросом, что позволяет изготовлять эти краны более легкой конструкции при сравнительно большом пролете. Применяются мостокабельные

краны для выгрузки сырья из воды и укладки его в штабеля, разборки штабелей, а также при разгрузке бревен из железнодорожных вагонов. Схема установки мостокабельного крана при выгрузке бревен из воды показана на рис. 65. Для захвата пачки бревен кран оснащается стропами или грейфером. В случае, когда пачки бревен для крана подготовляются размолевочно-пакетирующей машиной, применяют стропы, а в основном — грейфер. С помощью этого крана бревна можно укладывать в штабеля разных типов. Пачки бревен укладывают в штабель рядами. Формирование каждого ряда начинают с дальнего конца штабеля по отношению к рейду. Все работы по выгрузке сырья с помощью мостокабельного крана и размолевочно-пакетирующей машины при захвате бревен стропами выполняет бригада в 6 человек, а при захвате бревен грейфером в 4—5. Мостокабельные краны могут работать в сочетании с продольными транспортерами, используемыми при выгрузке бревен из воды. В этом случае состав бригады на выгрузке сырья и формировании штабелей увеличивается до 9 человек. При разборке пачково-рядовых и пачковых штабелей используют стропы или грейфер, при разборке плотных штабелей — грейфер. Начинают разборку штабеля с его хвостовой части. Разборку плотного штабеля выполняет бригада, состоящая из 3 человек.

Мостокабельные краны имеют пролет до 150 м, грузоподъемность до 10 т. Максимальная высота подъема груза 28 м, скорость подъема до 40 м/мин, скорость передвижения тележки до 240 м/мин. Для механизации погрузочно-разгрузочных работ на складах сырья применяют также башенные краны марки БКСМ-14ПМ2 и специализированный кран марки КБ-572.

Производительность козловых, кабельных, мостокабельных и других кранов определяют по формуле

$$A = \frac{TGK_1K_2}{\gamma\left(\frac{2l_{ср}}{v_1} + \frac{2h_{ср}}{v_2} + \frac{2h_{ср}}{v_3} + t\right)} \text{ м}^3 \text{ за смену,} \qquad (102)$$

где T — продолжительность смены, мин;
G — грузоподъемность крана, т;
K_1 — коэффициент использования крана по времени (0,8—0,85);
K_2 — коэффициент использования крана по грузоподъемности (0,8—0,9);
γ — плотность древесины (0,7—0,8 т/м³);
$l_{ср}$ — среднее расстояние перемещения груза, м;
v_1 — средняя скорость грузовой тележки, м/мин;
$h_{ср}$ — средняя высота подъема и опускания груза, м;
v_2 — средняя скорость подъема и опускания груза, м/мин;
v_3 — средняя скорость подъема и опускания строп (грейфера), м/мин;
t — продолжительность подцепки и отцепки пачки, мин.

На складах сырья лесопильных заводов получили распространение большегрузные лебедки марок Л-43, Л-36, Л-59. Схема выгрузки сырья и формирования штабелей с лебедкой показана на рис. 66. Процесс выгрузки сырья и формирования штабеля осуществляется следующим образом. Подготовленная в наплавном сооружении пачка бревен с помощью строп подсоединяется к рабочему тросу лебедки и после включения лебедки сначала поднимается на штабель, затем транспортиру-

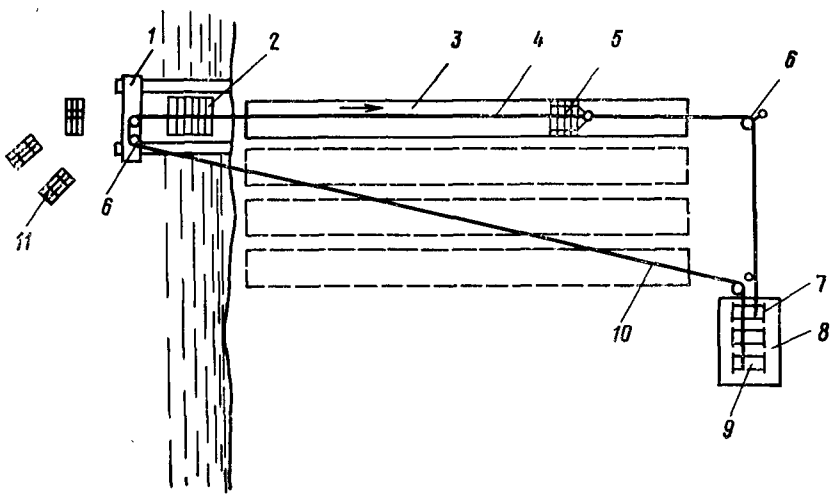


Рис. 66. Схема выгрузки сырья и формирования штабеля лебедкой:
1 — наплавное сооружение; *2* — пачка бревен, подготовленная к выгрузке; *3* — штабель; *4* — рабочий трос; *5* — пачка бревен; *6* — направляющие блоки; *7* — рабочий барабан; *8* — лебедка; *9* — вспомогательный барабан; *10* — холостой трос; *11* — сплавные пучки бревен

ется по штабелю к месту укладки. После этого лебедка отключается, а находящийся на штабеле рабочий разъединяет стропы. Затем включается вспомогательный барабан лебедки. Наматываясь на этот барабан, холостой трос возвращает рабочий трос в исходное положение. В этом положении присоединенные к рабочему тросу стропы оказываются у наплавного сооружения, в котором готовится к выгрузке следующая пачка бревен. Лебедку устанавливают в большинстве случаев стационарно, так чтобы с ее помощью можно было уложить несколько штабелей. По мере формирования штабелей тросо-блочная система переносится от одного штабеля к другому, а наплавное сооружение с помощью катера перемещается вдоль берега. Лебедкой бревна укладываются в пачково-рядовые (или пачковые) штабеля. В этом случае облегчается укладка и особенно разборка штабелей. Некоторые архангельские лесозаводы перешли на укладку

плотных, беспрокладочных штабелей. Для формирования плотных штабелей (применяются стропные комплекты с механическим расцеплением (саморасцепляющиеся стропы).

При формировании пачково-рядовых штабелей каждую лебедку обслуживает бригада из 8—10 человек. Штабель укла-

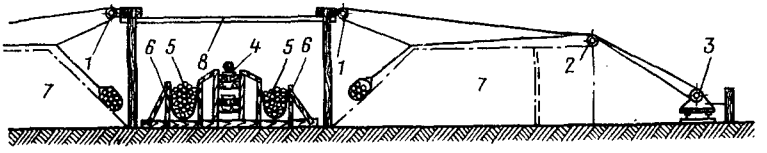


Рис. 67. Схема комплексной работы лебедки и продольного транспортера на выгрузке сырья из воды и формировании штабелей:
1 — оттяжной блок; *2* — поддерживающие блоки; *3* — лебедка; *4* — транспортер; *5* — карманы; *6* — откидные стойки; *7* — штабеля; *8* — связь опор

дывают рядами. Первую пачку каждого ряда сдвигают внутрь штабеля от концов прокладок на расстояние, занимаемое не меньше чем одной пачкой бревен, т. е. на 2—2,5 м. За счет этого торцовые стенки штабеля получают уклон 40°, который исключает возможность падения бревен со штабеля. Беспрокладочный штабель формирует бригада из 6 человек. На складах сырья лебедки могут использоваться только для укладки и разборки штабелей. В этом случае сырье из воды выгружают продольными транспортерами или поперечными элеваторами. На рис. 67 представлена схема формирования штабеля лебедкой, работающей в комплексе с продольным транспортером.

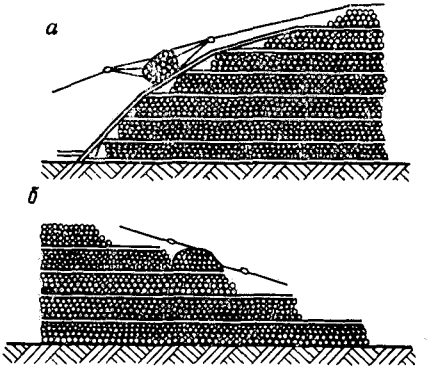


Рис. 68. Разборка пачково-рядовых штабелей:
а — рядовым способом; *б* — секционным способом

Разбирают штабеля лебедками, занимая те же места, что и при укладке штабелей. Пачково-рядовые штабеля разбирают рядами или секциями, по две — три пачки с каждого ряда штабеля, начиная сверху (рис. 68). Последний способ разборки приобрел преимущественное применение. Разборку штабеля начинают с конца, который ближе к лебедке. Производительность лебедки определяют по формуле

$$A = \frac{TgK}{t_ц} \text{ м}^3 \text{ за смену,} \qquad (103)$$

где T — продолжительность смены, мин;
g — средний объем одной пачки, м³;
K — коэффициент использования лебедки (0,75—0,85);
$t_ц$ — продолжительность цикла формирования и выгрузки одной пачки (4—6 мин), мин.

Продолжительность цикла определяют по формуле

$$t_ц = \frac{l_{ср}}{v_{ср}} + \frac{l_{ср}}{v_1} + t_1 \text{ мин}, \qquad (104)$$

где $l_{ср}$ — среднее расстояние выгрузки пачки от места подцепки до середины длины штабеля, м;
$v_{ср}$ — средняя скорость движения рабочего троса, м/мин;
t_1 — время, затраченное на подцепку и отцепку одной пачки, мин.
v_1 — средняя скорость движения холостого троса, м/мин.

Максимальное тяговое усилие рабочего троса у складских лебедок бывает от 6 до 15 т, их канатоемкость 250—350 м. Некоторые из них, например лебедка марки Л-59, позволяют одновременно формировать два штабеля. С помощью лебедок можно формировать штабеля длиной от 80 до 300 и высотой до 8 м.

§ 6. ПОДАЧА СЫРЬЯ НА ГИДРОТЕРМИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ И ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Для подачи бревен на гидротермическую обработку со склада сырья или водоема применяют продольные транспортеры, лебедки и краны. Для данного вида работ используют низкие транспортеры. Последние от ранее рассмотренных отличаются главным образом тем, что для облегчения подачи бревен на тяговую цепь их устанавливают низко над землей. Для транспортировки бревен на гидротермическую обработку (например, в бассейн лесоцеха) применяются также гидравлические лотки и каналы. Гидравлические лотки и каналы очень просты по устройству, что является их основным достоинством. Их делают деревянными или железобетонными (последние более долговечны и лучше удерживают воду). Деревянные лотки изготовляют из плотно пригнанных досок или бревен. В сечении лотки обычно трапециевидной, реже прямоугольной формы. Работа гидравлического лотка связана с большим расходом воды, для подачи которой устанавливается насосная станция. В зимнее время для предупреждения замерзания воды в лоток подается подогретая вода. В гидравлическом лотке по ширине обычно размещается одно бревно, но лотки могут быть значительно шире и вмещать одновременно два бревна и более. Дно лотка имеет продольный уклон (до 0,025). Вода в лотке протекает со скоростью 0,3—0,7 м/с. Производительность гидравлического лотка определяют по формуле

$$A = \frac{60TvK}{L} \text{ бревен за смену}, \qquad (105)$$

где T — продолжительность смены, мин;
v — скорость движения бревна, м/с;
K — коэффициент заполнения лотка (по длине) 0,7;
L — средняя длина бревна, м.

При уклонах лотка до 0,025 можно принять

$$v = 1{,}2v_{в}, \tag{106}$$

где $v_{в}$ — скорость потока воды в лотке.

Для подачи бревен со склада сырья на дальнейшую обработку широкое применение получают автопогрузчики с челюстным устройством для захвата груза. Такие автопогрузчики используются также для формирования и при разборке штабелей, на участках сухопутной сортировки бревен, различных вспомогательных и других работах. Эти автопогрузчики обеспечивают комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ на складах сырья. В настоящее время используются автопогрузчики моделей 4045ЛМ и 4008. Конструктивная схема челюстного погрузчика модели 4045ЛМ представлена на рис. 69, а технические параметры колесных погрузчиков — в табл. 36. Основной недостаток автопогрузчиков рассмотренных моделей — это малая грузоподъемность. В ближайшие годы предусматривается создание челюстных колесных погрузчиков с грузоподъемностью до 10—20 т.

При пачковом методе выгрузки сырья из воды или из средств сухопутного транспорта и расформировании штабелей требуется разборка пачек для поштучной подачи бревен на продольные транспортеры,

Таблица 36

Технические параметры погрузчиков с челюстными захватами

Наименование параметра	Модель автопогрузчика	
	4045ЛМ	4008
Грузоподъемность, т	3,0	5,0
Площадь зева захвата, $м^2$	0,5—1,5	—
Наибольшая высота подъема захвата, м	4,0	4,85
Скорость подъема груза, м/мин	10	—
Наибольшая скорость передвижения на дорогах с твердым покрытием, км/ч	36	30

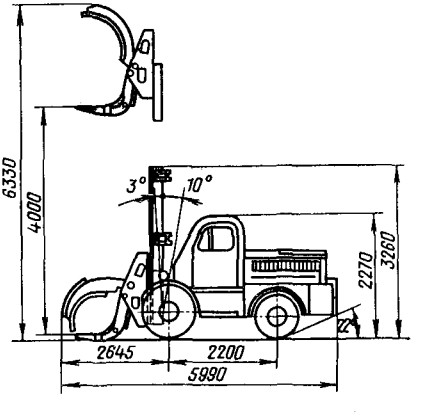


Рис. 69. Конструктивная схема челюстного автопогрузчика модели 4045ЛМ

в гидролотки и т. д. Для механизации работ по разборке пачек бревен применяются специальные устройства, одно из которых (УРПБ-1) показано на рис. 70. Основная часть устройства состоит из поперечного трехцепного транспортера. Над цепями транспортера возвышаются неподвижные скошенные пластины-упоры, с помощью которых производится разборка пачки бревен. Для поштучного отделения бревен в конце устройства уста-

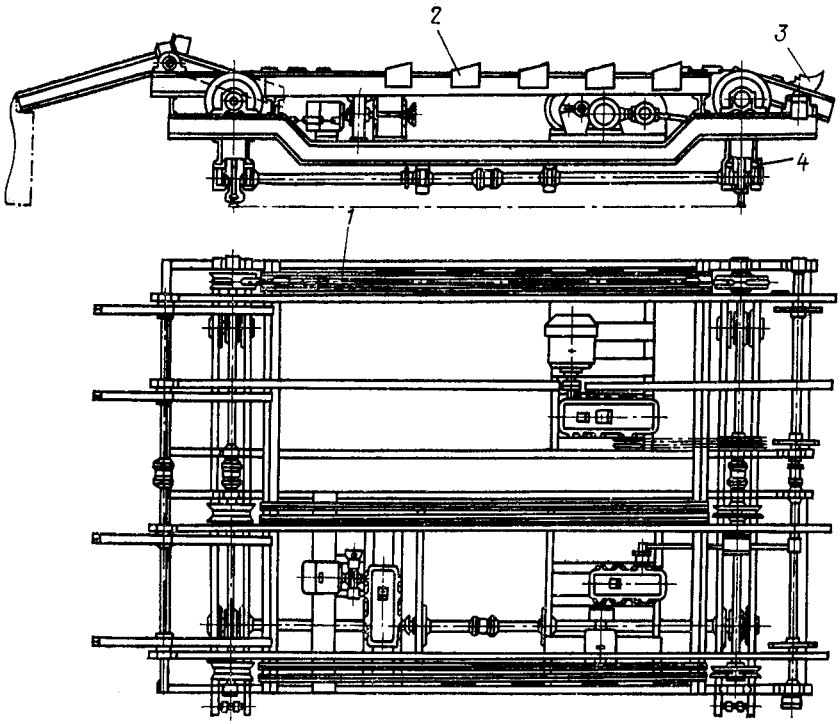


Рис. 70. Устройство для разборки пачек бревен:
1 — поперечный цепной транспортер; *2* — упоры; *3* — отсекатель; *4* — стопор

новлен специальный отсекатель. Устройство устанавливается на тележке, которая перемещается по рельсам со скоростью 18 м/мин. Производительность устройства 450 бревен в час, его грузоподъемность 8 т, наибольшая скорость цепей транспортера составляет 5 м/мин.

Распиливают бревна в большинстве случаев вершиной вперед. Разворот бревен по заданному торцу (вершиной или комлем вперед) производят обычно до гидротермической обработки. На рис. 71 показано предназначенное для этих целей устройство УРБ-1, изготовляемое заводом «Северный коммунар». Это устройство состоит из двух наклонных площадок, между которыми установлен поворотный шибер, снабженный двумя гидро-

толкателями. Между продольным транспортером, подающим бревна к устройству, и устройством УРБ-1 установлен приводной ролик длиной 2400 мм, а между этим роликом и наклонными плоскостями размещается второй продольный транспортер, который выносит бревна за пределы установки. Поступившее на приводной ролик бревно затем подается на одну из наклонных

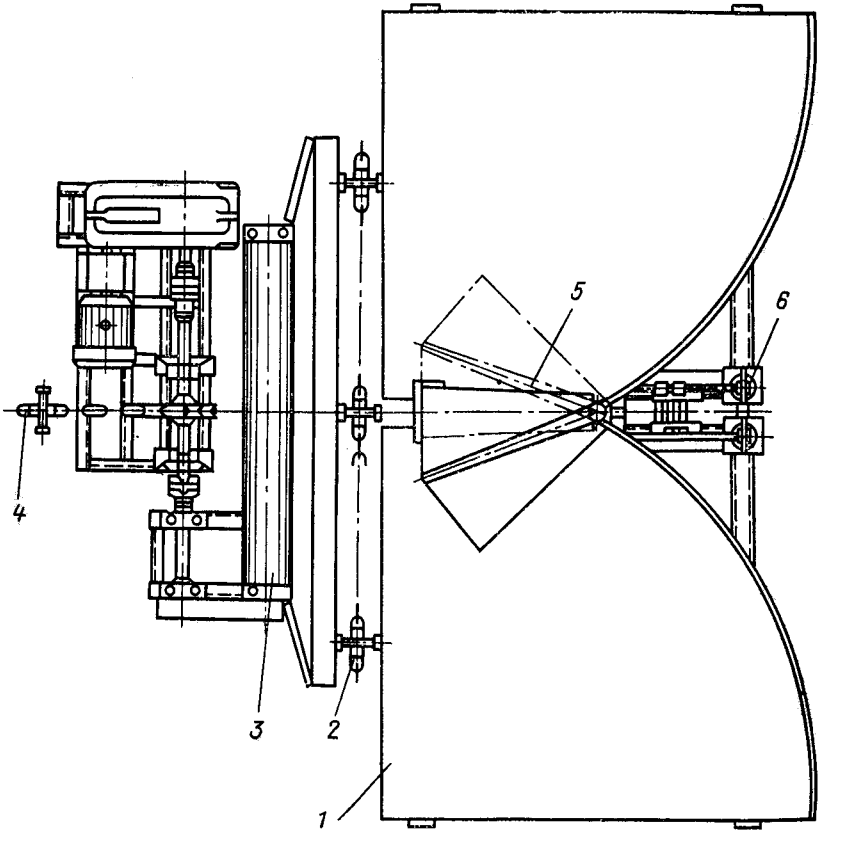


Рис. 71. Устройство для разворота бревен по заданному торцу:
1 — наклонные плоскости; *2* — выносной продольный транспортер; *3* — приводной ролик; *4* — подающий продольный транспортер; *5* — шибер; *6* — гидротолкатель

плоскостей. Направление бревна на ту или другую плоскость осуществляется оператором, который в зависимости от того, каким торцом вперед поступает бревно, изменяет положение шибера. Передний торец бревна при подъеме по наклонной плоскости отклоняется ее бортом в сторону и в момент схода с подающего транспортера бревно падает на второй продольный транспортер, установленный ниже подающего транспортера примерно на 1 м. Производительность устройства УРБ-1 достигает 450 бревен в час.

§ 7. ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ

В холодный период для оттаивания бревен и накопления их перед лесопильными цехами устраивают отепленные бассейны. Воду в бассейнах подогревают путем подачи отработанного или свежего пара, конденсационной воды от паровых установок или теплой воды от специально установленных подогревателей. Бассейны бывают естественные и искусственные.

Естественные бассейны обычно устраивают путем отгораживания бонами или стенками необходимой акватории в существующем водоеме (реке, озере, заливе), на берегу которого расположен лесопильный завод.

Искусственные бассейны устраивают в специально вырытых котлованах глубиной не менее 1,5 м, с укрепленными стенками. Заполняют искусственные бассейны из естественных водоемов через каналы, если уровень воды в них одинаков. В случае, когда уровень воды в водоеме ниже требуемого уровня воды в бассейне, применяют насосы. Бассейны, наполняемые водой при помощи насосов, называются наливными. Во избежание утечки воды стенки и дно этих бассейнов делают более плотными, чем в бассейнах, наполняемых из естественных водоемов через каналы. Наливные бассейны делают бетонные или дощатые. В дощатых бассейнах швы между досками должны быть проконопачены и просмолены, а между деревянной обшивкой и грунтом проложен толстый уплотненный слой глины. Бассейны, соединяемые с водоемами каналами, особых уплотнений не требуют; стены котлована обшивают досками или пластинами по сваям. Дно бассейна настилают досками. Во время чистки наливных бассейнов воду спускают через спускные отверстия.

Длину и ширину бассейна определяют с учетом возможного размещения бревен для оттаивания и создания минимального запаса сырья для нормальной работы лесопильных рам, величина которого зависит от пропускной способности лесопильного цеха. Время для оттаивания бревен зависит от температуры воды в бассейне, диаметра бревен, глубины оттаивания и влажности древесины.

Как известно, влажность ядра или спелой древесины у свежесрубленного дерева близка к точке насыщения волокна и содержание в них льда даже при полном промерзании бревен невелико. Поэтому оптимальная глубина оттаивания пиловочного сырья хвойных пород принимается равной толщине заболони. Но учитывая, что поддержание высокой температуры в бассейне зимой связано с большим расходом тепла, бревна оттаивают обычно при температуре воды 5—10° С. При такой температуре продолжительность оттаивания бревен на оптимальную глубину оказывается значительной и составляет при диаметре 30 см около 25 ч. Поэтому в практике лесопиления глубину оттаивания независимо от диаметра бревен принимают 3—4 см. При

этом продолжительность оттаивания составляет 6—7 ч. В этом случае в бассейне одновременно должен размещаться запас бревен примерно на одну смену работы лесопильного цеха.

Тепловой расчет бассейна обычно сводится к определению тепла на оттаивание бревен и на потери тепла из бассейна. Расход тепла на оттаивание бревен включает его расход на оттаивание слоя льда, имеющегося на бревнах, на оттаивание замерзшей влаги, находящейся в коре и древесине, и на нагрев древесины и коры до температуры воды в бассейне. Тепловые потери включают и потери тепла с поверхности бассейна в воздух, а также затраты его на испарение воды в бассейне, на теплопотери через дно и стенки бассейна, на тепловое излучение в окружающую среду. При этом потери тепла через дно и стенки бассейна, а также на лучеиспускание относительно невелики и ими можно пренебречь. Расчет тепловых потерь бассейна ограничивается определением расхода тепла только на конвентивную теплоотдачу и на испарение воды [1].

Расход пара P на отепление бассейна определяют по формуле

$$P = \frac{Q}{1000 i_{\text{п}}} \text{ т/ч}, \tag{107}$$

где Q — расход тепла на отепление бассейна в час; на оттаивание 1 м³ бревен требуется от 25 до 35 тыс. ккал;

$i_{\text{п}}$ — теплосодержание вводимого в бассейн пара, составляющее, в зависимости от давления, 620—650 ккал/кг (в среднем 630 ккал/кг).

Если бассейн отепляют горячей водой, то ее расход определяют по формуле

$$R = \frac{Q}{1000 (t_{\text{в}} - t_{\text{б}})} \text{ м}^3/\text{ч}, \tag{108}$$

где $t_{\text{в}}$ — температура подаваемой в бассейн горячей воды;

$t_{\text{б}}$ — расчетная температура воды в бассейне.

На многих лесопильных заводах бассейны используют также для окончательной сортировки сырья перед распиловкой. Для перемещения бревен в процессе сортировки необходима дополнительная площадь. Схема наливного бассейна, предназначенного также для подсортировки бревен по диаметрам, показана на рис. 72. Полезная площадь такого бассейна слагается из площадей четырех участков: приемно-сортировочного, рабочих двориков, участка подачи бревен на бревнотаски лесопильного цеха и площади запасного участка.

---

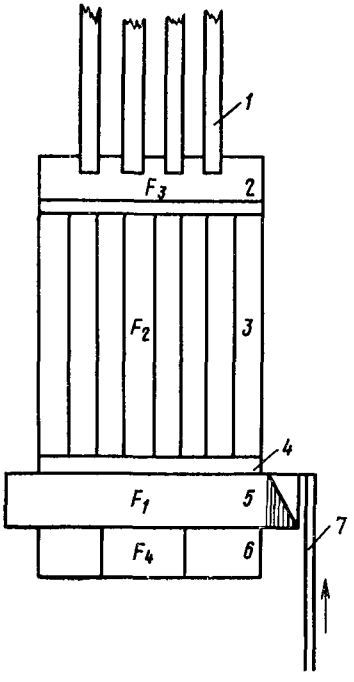
[1] Методика определения расхода тепла на отепление бассейна рассматривается в курсе «Гидротермическая обработка древесины».

Площадь приемно-сортировочного участка определяют по формуле

$$F_1 = bl \text{ м}^2, \quad (109)$$

где b — ширина приемного участка, равная максимальной длине бревен +1,5 м;

l — длина приемно-сортировочного фронта, м.



Площадь рабочих двориков определяют по формуле

$$F_2 = 1{,}3 \cdot 0{,}01 d_{ср} l n \text{ м}^2, \quad (110)$$

где 1,3 — коэффициент, учитывающий маневрирование бревен на воде;

$d_{ср}$ — средний диаметр бревна, определяемый по формуле

$$d_{ср} = \frac{d + D}{2}, \quad (111)$$

здесь d — диаметр бревна в вершинном торце, см;

D — диаметр бревна в комлевом торце, см;

l — длина бревна, м;

Рис. 72. Схема наливного бассейна:

1 — продольные цепные транспортеры; *2* — участок подачи бревен на транспортеры; *3* — рабочие дворики; *4* — сортировочный мостик; *5* — приемно-сортировочный участок; *6* — запасные дворики; *7* — продольный транспортер для подачи бревен со склада или реки

n — общее количество бревен, размещаемых во всех рабочих двориках, потребное для распиловки в лесопильном цехе за время, необходимое для их оттаивания, шт.

При всех случаях площадь каждого рабочего дворика должна обеспечивать размещение бревен в количестве потребном для распиловки одним лесопильным потоком в течение полусмены. Она равна

$$F_д = 1{,}3 \cdot 0{,}01 d_{ср} l n_1 \text{ м}^2, \quad (112)$$

где n_1 — количество бревен, распиливаемых одним лесопильным потоком в течение полусмены, шт.

Практически установлено, что на каждый лесопильный поток требуется по два рабочих дворика.

Площадь участка подачи бревен на бревнотаски лесопильного цеха определяют по формуле

$$F_з = b\,(l_{max} + 3) \text{ м}^2, \quad (113)$$

где b — ширина бассейна, м;

l_{max} — максимальная длина бревен, м;

3 — дополнительная ширина участка для мест установки приемных концов бревнотасок, м.

Площадь запасного участка можно вычислить по формуле

$$F_4 = \frac{n_{общ} - n_{дв}}{n_{дв}} F_2 \text{ м}^2, \quad (114)$$

где $n_{общ}$ — общее число сортиментов, одновременно поступающих в бассейн;

$n_{дв}$ — число сортиментов, поступающих в основные дворики;

F_2 — общая площадь рабочих двориков, м^2.

Если бревна поступают в бассейн предварительно рассортированными, то все сортименты подают в рабочие дворики и запасной участок не требуется.

Полезная площадь бассейна определяется по формуле

$$F_{полезн} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \text{ м}^2. \quad (115)$$

Общая площадь бассейна, с учетом установки надводных сооружений (боны, мостики), составит:

$$F = \frac{F_{полезн}}{K} \text{ м}^2, \quad (116)$$

где K — коэффициент, учитывающий площадь, занятую надводными сооружениями (обычно принимается равным 0,75).

Работы по перемещению бревен в бассейне механизируются. Для этого устанавливают тросовые ускорители (рис. 73). Тросовый ускоритель обычно состоит из двух бесконечных тросов, натянутых параллельно. Рабочими являются нижние ветви тросов, которые подвешивают над находящимися на воде бревнами таким образом, чтобы сила трения между тросами и бревнами была достаточной для перемещения бревен.

Для облегчения продвижения бревен из приемно-сортировочного участка в рабочие дворики устанавливают барабанные ускорители (рис. 74 и 75). Последние устанавливают в воротах рабочих двориков. Такие ускорители представляют собой металлические барабаны цилиндрической или конической формы, которые приводятся в движение от индивидуального привода. Барабанные ускорители устанавливают на подвесках с пружинными амортизаторами. Длина барабанов около 3 м, диаметр 250—400 мм, скорость вращения 60—80 об/мин.

В связи с переходом к сухопутной сортировке сырья изменяется назначение бассейнов. В этих условиях ЦНИИМОД предлагает создавать бассейны проходного типа с температурой воды 25—30° С, предназначенные только для оттаивания бревен в зимнее время. Для уменьшения потерь тепла, а также тума-

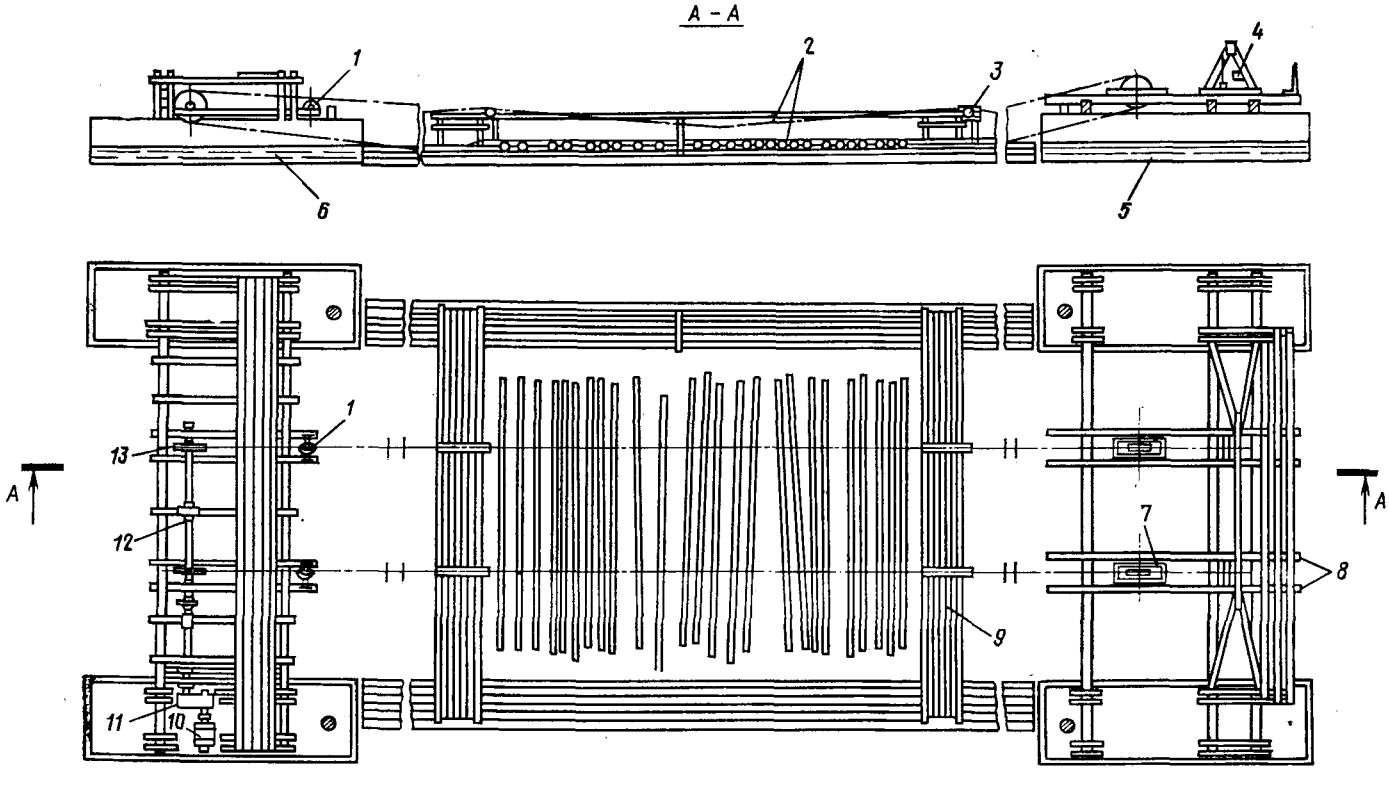


Рис. 73. Схема тросового ускорителя:

1 — переходной ролик; *2* — тросы; *3* — поддерживающий ролик верхней ветви тросов; *4* — натяжной груз; *5* — понтон натяжной станции; *6* — понтон приводной станции; *7* — тележка натяжной станции с блоками; *8* — рельсы; *9* — переходный мостик; *10* — электродвигатель; *11* — редуктор; *12* — вал; *13* — приводные блоки

нообразования бассейны должны быть крытыми. Бревна в рабочих двориках этих бассейнов перемещаются поперечной щетью.

Механизация работ в бассейне осуществляется с помощью устройства марки ГНБ-1. Оно состоит из тросового ускорителя, который продвигает поперечную щеть бревен, и механизма, от-

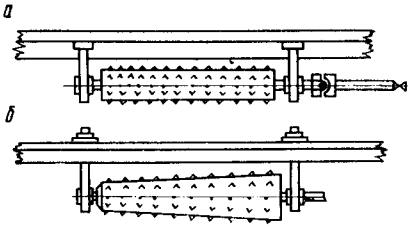


Рис. 74. Общий вид барабанных ускорителей:

а — ускоритель с цилиндрическим барабаном; *б* — ускоритель с коническим барабаном

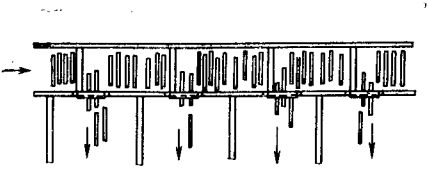


Рис. 75. Схема установки барабанных ускорителей

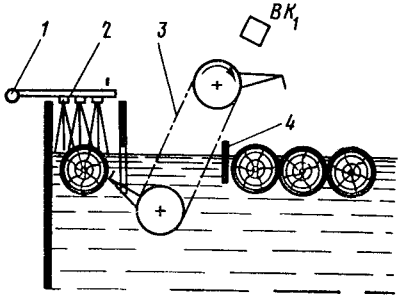


Рис. 76. Схема устройства ГНБ-1:

1 — магистральная труба от насосной станции; *2* — труба с коническими насадками; *3* — наклонный четырехцепной транспортер с захватами для бревен; *4* — упор

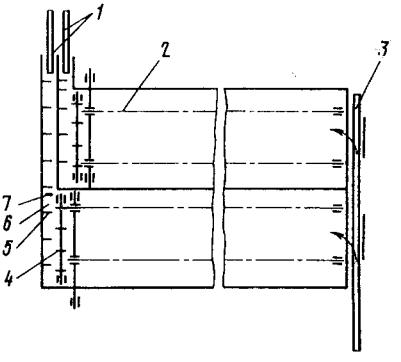


Рис. 77. Схема бассейна с проходными рабочими двориками, оснащенными устройством ГНБ-1:

1 — продольные цепные транспортеры для подачи бревен в лесопильный цех; *2* — тросовый ускоритель; *3* — транспортер для подачи бревен в бассейн; *4* — механизм отделения бревен; *5* — навесная система струйных ускорителей; *6* — продольный канал; *7* — флажок конечного выключателя

деляющего бревна от щети. Этот механизм представляет собой поперечный наклонный транспортер, на цепях которого установлены захваты для бревен. В состав устройства ГНБ-1 входят и струйные ускорители навесной системы для перемещения бревен вдоль одной из направляющих стенок продольного канала к бревнотаскам, а также система автоматического управления работой наклонного транспортера. Принципиальная схема

устройства марки ГНБ-1 показана на рис. 76. Бревна тросовым ускорителем подводятся к ограничителю перед наклонным транспортером. Захватами наклонного транспортера отдельные бревна отделяются от щети, утапливаются в воду, а затем выталкиваются в зону действия струйных ускорителей. Под воздействием струи воды бревна продвигаются вдоль продольного канала, а затем надвигаются на траверсы бревнотаски. Наклонный транспортер работает периодически. Для его включения и выключения предназначены путевые датчики, воздействующие на конечные выключатели. Один из конечных выключателей установлен в верхней части наклонного транспортера и срабатывает, (выключая тем самым транспортер) под действием захвата в тот момент, когда очередное бревно одним из захватов будет перемещено в зону всплытия в продольном канале. Второй конечный включатель располагается в продольном канале. На него воздействует флажок, опускающийся при выходе бревна из продольного канала. После выхода бревна из продольного канала наклонный транспортер включается.

Схема бассейна с двумя проходными рабочими двориками, оснащенными устройством марки ГНБ-1, показана на рис. 77, а его техническая характеристика приводится ниже.

Техническая характеристика устройства марки ГНБ-1

Тросовый ускоритель:	
скорость поперечного перемещения бревен, м/с	0,192
количество тросов, шт.	2
Механизм отделения бревен:	
количество цепей, шт.	4
количество захватов, шт.	2
скорость цепей, м/с	0,15
Механизм продольного продвижения бревен:	
ширина канала, мм	800
скорость перемещения бревен, м/с	0,6—0,7
количество действующих насадок, шт.	3—4
угол наклона насадки к поверхности воды, град.	25—30
производительность насоса, м³/ч	90
мощность приводов, кВт:	
тросового ускорителя	2,2
механизма отделения бревен	2,2
насоса гидросистемы	17,0
Производительность устройства, в час бревен, шт.	150—200

На лесопильных заводах с сухопутной сортировкой сырья возможна безбассейновая гидротермическая подготовка бревен к распиловке. Свердловский научно-исследовательский институт переработки древесины (СвердНИИПДрев) разработал для этих целей специальную установку для прогрева бревен (рис. 78). Она состоит из бетонной ванны, оснащенной механизмами приема, загрузки, перемещения и выгрузки бревен. Ванна заполняется водой с температурой 80° С. Ширина ванны 7,5 м, глубина 1,3 м, длина от 15 до 45 м (зависит от диаметра и породы бревен). Установка размещается в закрытом помещении.

В дополнение к подписи под рис. 78, объясняющей принцип работы установки, следует отметить, что загрузочное устройство выполнено в виде четырех рычагов-мотовил, расположенных на одном валу и имеющих возвратно-поступательное (маятниковое) движение с углом поворота 180° (действует от самостоятельного привода). Количество бревен, подаваемых на прогрев между циклами хода мотовил, зависит от их диаметра и колеблется от одного до четырех. Цикл работы мотовил продолжается 30 с. За это время на поперечных цепях идет накопление бревен. Подающий транспортер имеет три скорости 0,005, 0,01 и 0,02 м/с. Скорость выбирается в зависимости от диаметра бревен.

Выгрузочный транспортер установлен под углом 45° на задней торцовой стенке ванны. Цепи транспортера имеют упоры высотой 250 мм с шагом 960 мм. Соответственно подающему транспортеру цепи выгрузочного транспортера также имеют три скорости: 0,03; 0,06; 0,09 м/с. Вода нагревается паром с помощью эжекционных устройств. Заданная температура воды поддерживается автоматически. Избыток воды, образующейся за счет конденсирования пара, удаляется через специальный сливной лоток.

Ванну периодически очищают от грязи и коры. Расчетная производительность установки, в зависимости от диаметра оттаиваемых бревен, находится в пределах от 200 до 300 куб. м за смену. Часовой расход пара составляет 1,8—3 т.

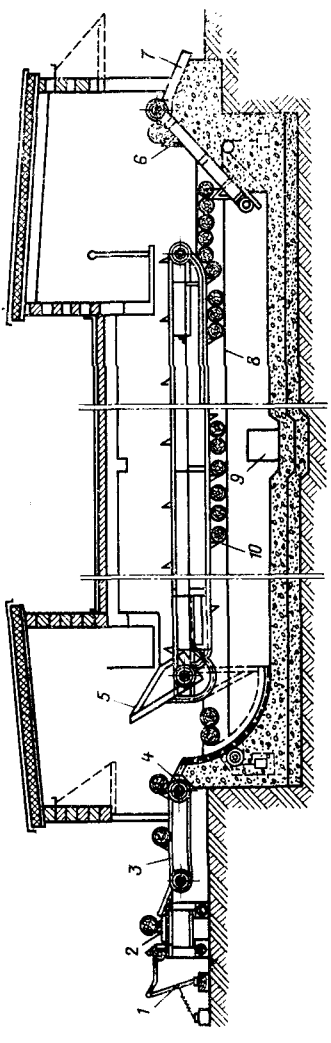


Рис. 78. Установка для прогрева бревен:
1 — сбрасыватель бревен; *2* — продольный транспортер; *3* — поперечный цепной транспортер приемного устройства; *4* — механизм поштучной выдачи бревен; *5* — рычаги мотовила; *6* — выгрузочный транспортер; *7* — наклонные направляющие; *8* — поддерживающий трос; *9* — люк для очистки; *10* — подающий цепной транспортер

§ 8. ОКОРКА ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

При распиловке бревен на пиломатериалы в лесопильном цехе получается большое количество отходов

в виде горбылей, реек, срезков и опилок. Горбыли и рейки могут быть использованы как технологическое сырье для производства целлюлозы, древесноволокнистых и древесностружечных плит и т. п. Ценность этих отходов значительно увеличивается, если они без коры. Окорку целесообразно осуществлять в бревнах, так как это уменьшает трудовые затраты и увеличивает производительность лесопильных рам при распиловке окоренного пиловочника. При распиловке окоренных бревен повышается стойкость пил, а в связи с этим уменьшаются расход инструмента и мощности на пиление. Распиловка получается более чистой, что способствует улучшению качества пиломатериалов. В результате уменьшения скольжения бревен на подающих вальцах увеличивается производительность лесопильных рам.

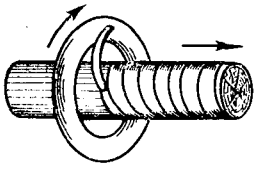


Рис. 79. Схема окорки бревен в станках роторного типа с короснимателями

Для окорки пиловочных бревен различных диаметров наибольшее применение получили станки роторного типа с короснимателями. В настоящее время в промышленности из станков этого типа используются в основном станки моделей ОК-66М и ОК-63. Окорочные станки этих моделей имеют окорочную головку, основу которой составляют статор (последний представляет собой корпус, закрепленный на раме станка) и ротор, смонтированный в статоре. На роторе, выполненном в виде массивного стального кольца, установлены короснематели. В процессе окорки (рис. 79) механизм подачи станка продвигает бревно через внутреннюю полость вращающегося ротора и закрепленные на роторе короснематели, вращаясь вокруг бревна, снимают с него кору. Короснематели, которым придается серповидная форма, имеют притупленную кромку в рабочей части и ребра, обеспечивающие их развод при заходе бревна в ротор.

В станке модели ОК-63, общий вид которого показан на рис. 80, прижим короснимателей к поверхности бревна обеспечивается пружинным механизмом. Усилие прижима может регулироваться установочно, путем изменения натяжения пружин для обеспечения оптимальных условий работы при различных состояниях коры. Станок имеет вальцовый механизм подачи, который состоит из больших приводных и малых неприводных вальцов. Большие вальцы имеют седловидную форму с шевронными ребрами, способствующими горизонтальному центрированию бревен. Малые вальцы состоят из набора ножевых дисков. Все вальцы прижимаются к бревну пружинами, удерживающими бревно от проворачивания. В комплект оборудования станка входят подающий и приемный рольганги, состоящие из седловидных роликов, установленных на поворотных рычагах, которые удерживаются в верхнем положении пружинами. Под

массой бревна ролики опускаются, обеспечивая тем самым предварительное центрирование бревна в вертикальной плоскости. Окончательное центрирование бревен осуществляется за счет симметричного относительно оси ротора развода больших и малых подающих вальцов, обеспечиваемого с помощью связанных с вальцами зубчатых секторов и тяг. Техническая характеристика станка приводится ниже.

Производительность окорочного станка определяют по формуле

$$A = \frac{TvqK_1K_2K_3}{l} \text{ м}^3 \text{ в смену,} \qquad (117)$$

где T — продолжительность смены, мин;
v — скорость подачи, м/мин;
q — объем среднего бревна, м³;
K_1 — коэффициент использования рабочего времени 0,8;
K_2 — коэффициент использования машинного времени 0,8;
K_3 — коэффициент, учитывающий повторность пропуска бревен (0,5—1,0);
l — средняя длина бревна, м.

Отделенная от бревен кора по транспортеру поступает к короотжимным прессам для удаления излишней влаги. Перед око-

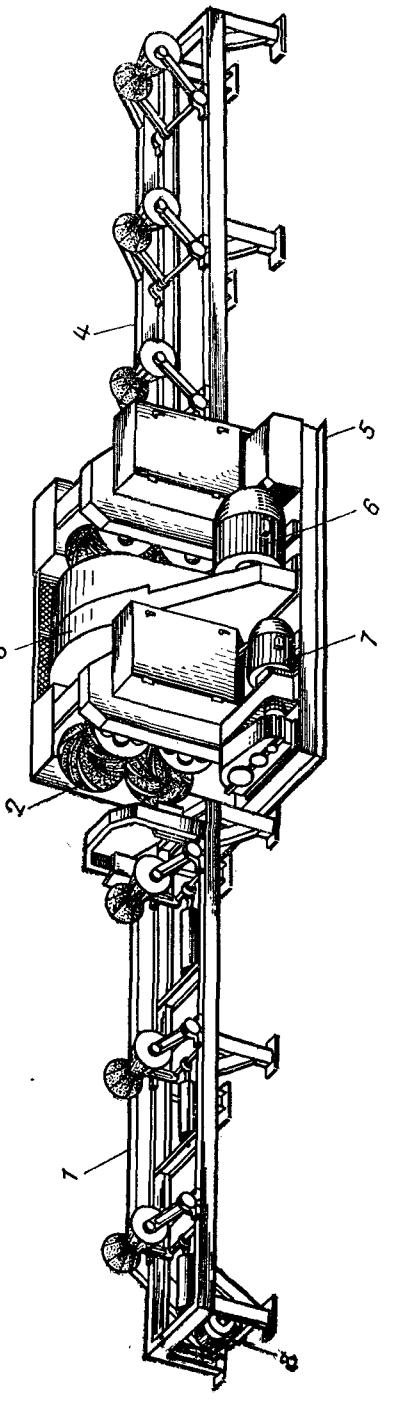


Рис. 80. Окорочный станок ОК-63:
1 — подающий рольганг; *2* — механизм подачи; *3* — окорочная головка; *4* — приемный рольганг; *5* — рама станка; *6* — привод ротора; *7* — привод механизма подачи; *8* — привод рольганга

рочными станками необходимо устанавливать металлоискатели (например, металлоискатель марки ДМИ-65) и устройства для обмывки бревен.

Характеристика окорочного станка марки ОК-63

Диаметр, см:	
просвета ротора	63
окариваемых бревен	10—58
Наименьшая длина бревен, м	3
Скорость вращения ротора, об/мин	135, 180
Количество короснимателей, шт.	6
Скорости подачи, м/мин	8,4; 11,4; 16; 21,5 5; 29; 43
Общая мощность электродвигателей, кВт	30,6
Количество обслуживающих рабочих	1
Габарит станка, мм	13240×2235×2055
Масса, кг	9300

На складе сырья окорочные станки можно устанавливать перед бассейном лесопильного цеха и в лесопильном цехе — перед бревнопильными станками. На большинстве лесопильных заводов сырье окоряют перед бассейном лесопильного цеха. Поскольку в зимнее время более качественная окорка получается после оттаивания бревен, в этом случае перед окорочными установками устраивают вспомогательные бассейны. При окорке сырья в лесопильном цехе не требуется капитальных затрат на сооружение вспомогательного бассейна. Кроме того, при отсутствии последнего сокращается количество рабочих, занятых подготовкой сырья к окорке. Поэтому окорка сырья в лесопильном цехе экономически более выгодна и при строительстве новых предприятий будет иметь преимущественное применение. При водной доставке может применяться сезонная (летняя) окорка сырья на складе в период его выгрузки. В этом случае сырье хранится в окоренном виде. После окорки для предупреждения порчи древесины необходима антисептическая обработка сырья перед укладкой в штабеля или систематическое дождевание штабелей. В летнее время производительность окорочных станков в 1,5—2 раза выше, чем в зимнее.

§ 9. РАСЧЕТ ОБЪЕМА РАБОТ ПО СТАДИЯМ ПРОЦЕССА И ПОТРЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Процесс лесопиления характеризуется непрерывностью движения материалов. Последнее распространяется и на склады сырья. При этом на одних стадиях производственного процесса складские работы выполняются синхронно с лесопильным цехом, на других они идут в собственном ритме, обычно значительно превышающем ритм работы лесопильного цеха. В этом случае между отдельными стадиями производственного процесса на складе сырья непрерывный поток прерывается и между стадиями создаются межоперационные запасы.

Синхронно с работой лесопильного цеха выполняются производственные операции по круглогодовой сортировке пиловочного сырья, гидротермической обработке бревен, окорке и подаче их на распиловку. Объем работ $Q_р$ на каждой из указанных стадий производственного процесса принимается равным производительности лесопильного цеха П по объему распиливаемого сырья за смену (или в течение часа), т. е.

$$Q_р = П \text{ м}^3 \text{ в смену}. \tag{118}$$

На складах с водной доставкой сырья в собственном ритме выполняются работы по выгрузке сырья, подлежащего длительному хранению, по укладке бревен в штабеля на длительное хранение, а также по окорке и сортировке сырья, если эти операции производятся в период выгрузки сырья. В этом случае объем работ на отдельных стадиях производственного процесса в общем виде определяется по формуле

$$Q_р = \frac{V}{T} \text{ м}^3 \text{ за смену}, \tag{119}$$

где V — объем бревен, подлежащих выгрузке, укладке на длительное хранение, сезонной окорке и сортировке, м³;
T — время, в течение которого необходимо выполнить работу на данной стадии производственного процесса, смена (ч).

Объем сырья, подлежащего укладке на складе сырья водной доставки, определяют по формуле

$$V_{хр} = V_{год} - V_{летн} \text{ м}^3, \tag{120}$$

где $V_{год}$ — объем сырья, поступающего на склад сплавом, м³;
$V_{летн}$ — объем сырья, подаваемого на распиловку в летний период с рейда без укладки в штабеля, м³.

Объем сырья, подлежащего сезонной выгрузке, окорке или сортировке, равен

$$V = V_{хр} + ПT \text{ м}^3, \tag{121}$$

где $V_{хр}$ — см. формулу (119);
$П$ и T — см. формулы (118), (119).

Количество машин и механизмов для выполнения работ по стадиям производственного процесса на складе сырья определяется по формуле

$$n = \frac{Q_р}{A}, \tag{122}$$

где $Q_р$ — см. формулы (118) и (119);
A — производительность одной машины или механизма в единицу времени (смену или час).

§ 10. РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ СКЛАДОВ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И ПРИНЦИПЫ ИХ ПЛАНИРОВАНИЯ

Площадка для складов пиловочного сырья должна быть защищена от ветров и расположена на пониженных местах. Это необходимо для сохранения определенной влажности древесины и предупреждения поражения ее грибами. По размерам площадка должна быть достаточной для укладки сырья на хранение и выполнения всех складских работ. Устройство складов сырья зависит от способов доставки бревен, типов применяемых механизмов, состава сырья, типов штабелей, конфигурации площадки, способов хранения, расположения лесопильных цехов и многих других местных условий. Длина штабелей зависит от размеров площадки и от типа оборудования склада. При выгрузке бревен продольными транспортерами и раскатке их лебедками длина штабелей допускается до 200 м; при укладке бревен кранами длина штабелей зависит от пролетов кранов. При планировке склада необходимо учитывать также противопожарные мероприятия. По противопожарным нормам строительного проектирования складов лесных материалов (Н 129—55) длина штабелей допускается до 400 м, их высота — до 14 м; ширина штабеля определяется максимальной длиной бревен.

Разрывы между смежными штабелями допускаются от 1 до 3 м. Через каждые 150 м по фронту штабелей устанавливают так называемые пожарные разрывы с мощеными дорогами. Группы штабелей между пожарными разрывами образуют кварталы, четыре таких квартала — участок. Между кварталами склада делают противопожарные разрывы шириной до 10 м, а между участками — по 25 м с мощеными дорогами. К каждому кварталу с трех сторон должны примыкать дороги, которые должны выходить к естественным или искусственным водоемам. Каждый штабель одним концом должен выходить на дорогу, край которой должен отстоять от основания штабеля не менее чем на 7,5 м при высоте штабеля до 8 м и не менее 10 м при высоте штабеля до 14 м. Граница склада при влажном хранении древесины должна отстоять от жилых домов не менее чем на 50 м, от производственных помещений — на 24 м и от складов горючего — на 60 м.

Площадь склада можно определять по укрупненным показателям (для выбора площадки) и по расчету на основе сделанной планировки склада.

В первом случае общую площадь склада определяют по формуле

$$F = \frac{V_{хр}}{HK_{шт}K_{пл}} \text{ м}^2, \qquad (123)$$

где $V_{хр}$ — объем сырья, подлежащего хранению на складе, м^3;
H — средняя высота штабелей, м;

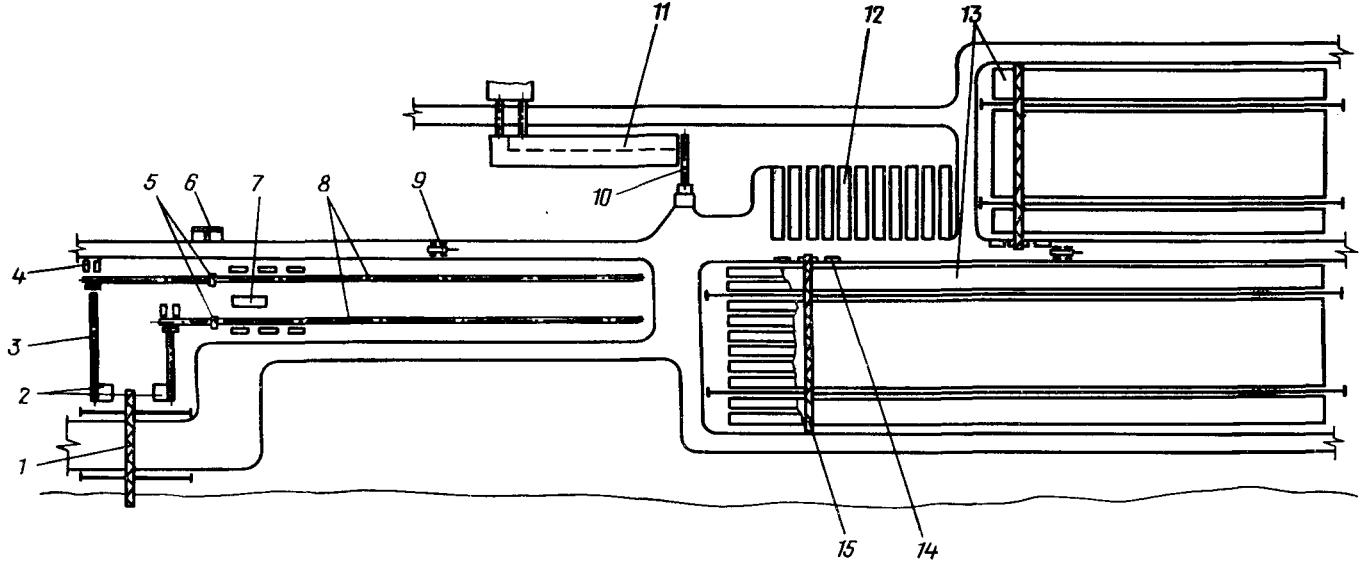


Рис. 81. Схема планировки склада сырья при пачковой выгрузке бревен и сортировки их в период выгрузки:

1 — двухконсольный козловой кран грузоподъемностью 20 т; *2* — устройство для разборки пачек бревен; *3* — продольный транспортер; *4* — устройство для разворота бревен; *5* — металлоискатель; *6* — участок для удаления металлических включений; *7* — пульт управления сортировочными транспортерами; *8* — сортировочные транспортеры; *9* — автопогрузчик с челюстным захватом; *10* — продольный транспортер с двумя сбрасывателями; *11* — механизированный бассейн; *12* — штабеля сортированных бревен, предназначенных для кратковременного хранения (летней распиловки); *13* — штабеля сортированных бревен длительного хранения (зимней распиловки); *14* — карманы-накопители для пачек бревен; *15* — консольный козловой кран ККЛ-8

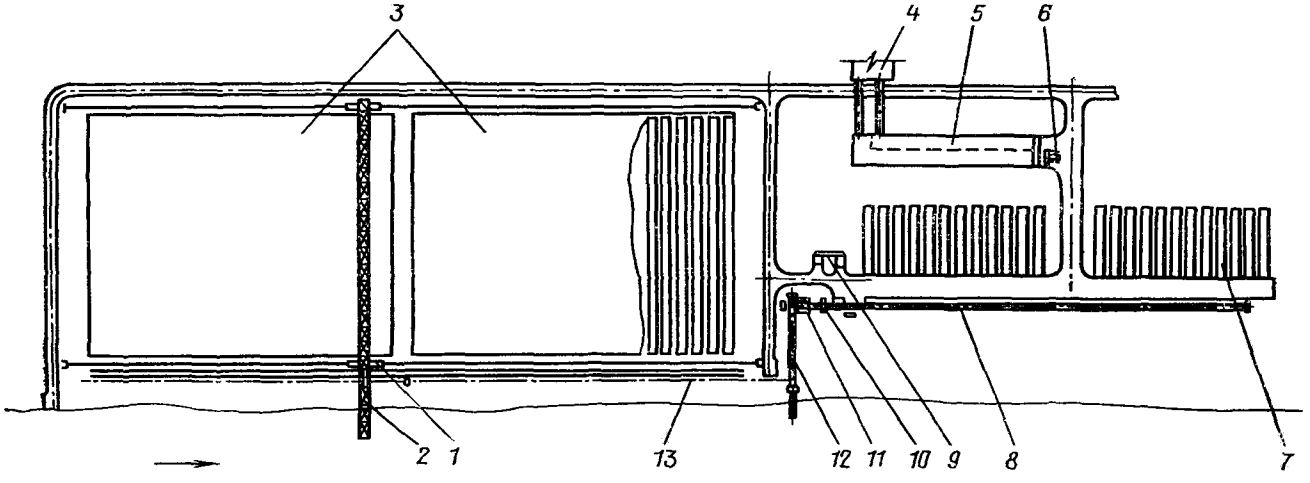


Рис. 82. Схема склада сырья с пачковой и поштучной выгрузкой бревен:

1 — устройство для разборки пачек бревен; *2* — мостокабельный кран, грузоподъемностью 10 т и пролетом 150 м; *3* — штабеля несортированных бревен; *4* — окорочное отделение лесопильного цеха; *5* — закрытый механизированный бассейн; *6* — автопогрузчик с челюстным захватом; *7* — штабеля сортированных бревен; *8* — сортировочный транспортер с дистанционным управлением; *9* — участок удаления металлических включений; *10* — металлоискатель; *11* — устройство для разворота бревен; *12* — продольный транспортер; *13* — продольный транспортер

$K_{шт}$ — коэффициент заполнения штабелей [см. формулу (97) и табл. 35];

$K_{пл}$ — коэффициент использования площади склада (0,5—0,7).

На складах с сырьем сухопутной доставки $V_{хр}$ его принимают по величине равным 3—4-недельной потребности завода. Полученную по формуле (123) площадь склада уточняют после составления плана размещения штабелей и оборудования по формуле

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 \text{ м}^2, \qquad (124)$$

где F_1 — площадь, занимаемая штабелями;

F_2 — площадь пожарных проездов;

F_3 — площадь интервалов между штабелями;

F_4 — площадь, занятая механизмами;

F_5 — площадь под зданиями и сооружениями.

Планировку оборудования и штабелей на складах следует производить по ходу принятого производственного процесса. На рис. 81 приведена схема планировки склада для четырехрамного лесопильного завода при пачковой выгрузке бревен козловым краном с сортировкой бревен в период выгрузки, разработанная ЦНИИМОДом. В приведенной схеме для подачи сырья на укладку в штабеля и на распиловку применяются автопогрузчики с челюстным захватом. В схеме планировки склада сырья, разработанной ЦНИИМОДом и Гипродревом, для четырехрамного лесозавода, показан-

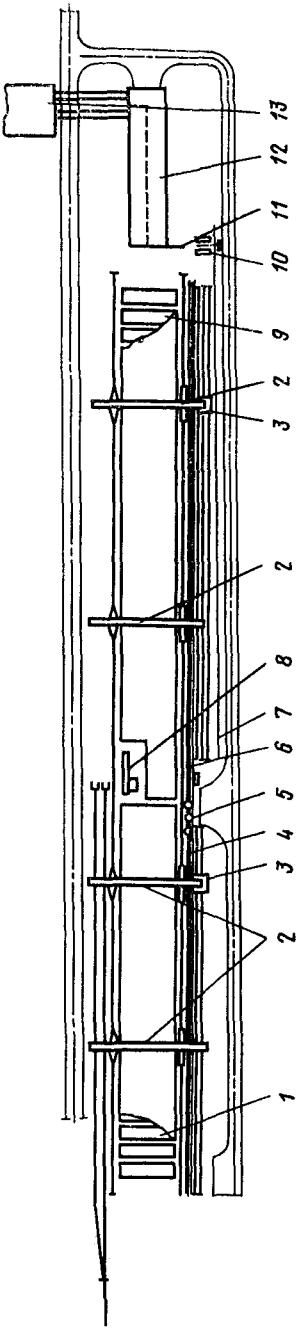


Рис. 83. Схема склада с сухопутной доставкой сырья:

1 — штабеля несортированных бревен; *2* — консольные козловые краны ККС-10; *3* — устройства для разборки пачек бревен; *4* — продольный транспортер; *5* — металлоискатель; *6* — сортировочный транспортер; *7* — продольный цепной транспортер; *8* — участок для удаления металлических включений; *9* — штабеля сортированных бревен; *10* — устройство для разворота бревен; *11* — продольный цепной транспортер; *12* — закрытый механизированный бассейн; *13* — окорочное отделение лесопильного цеха

ной на рис. 82, предусматривается пачковая и поштучная выгрузка сырья соответственно мостокабельным краном и продольным транспортером. По этой схеме сортировка сырья производится в течение всего года. На рис. 83 показана схема планировки склада с сухопутной доставкой сырья и круглогодовой сортировкой бревен, разработанная ЦНИИМОДом и Гидродревом. Приведенные схемы (см. рис. 81, 82, 83) показывают, что производственные процессы, оборудование для их выполнения и планировки склада для различных условий могут быть различными. Оптимальное решение следует находить путем сравнения конкурирующих вариантов по комплексной производительности труда и капиталовложениям от рейдовых работ до подачи бревен на распиловку.

§ 11. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА СКЛАДАХ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

Сортировка, выгрузка и укладка тяжелого пиловочного сырья в штабеля и затем разборка штабелей требуют строгого соблюдения правил безопасности в работе, так как падение бревен может вызвать несчастные случаи. Ниже приведены основные правила безопасности в работе для участка выгрузки бревен, формирования и разборки штабелей в условиях лесопильных заводов:

места пуска привода механизмов должны быть связаны с отдельными участками работы сигнализацией о готовности участка к пуску;

на всех участках работы должны быть обеспечены хорошая видимость и подача с любого места работы сигнала о пуске или остановке механизмов;

все рабочие места при работе в темное время должны быть освещены согласно существующим нормам; нерабочие проходы вдоль транспортеров в целях безопасности должны быть также освещены;

порядок формирования штабелей бревен и технология их разборки должны регламентироваться специальной рабочей инструкцией в зависимости от способов укладки и типов применяемых механизмов;

продольные транспортеры для бревен с подъемом более 15° должны иметь на поперечинах острые шипы из твердой стали; при подъеме более 25° транспортеры должны быть снабжены специальными устройствами, обеспечивающими безопасность на воде при случае срыва бревен с упоров;

механизмы, работающие комплексно, должны действовать синхронно и иметь блокировку, чтобы в случае остановки одного из них автоматически выключались предыдущие;

при работе на лебедках и кранах рабочим запрещается поправлять движущиеся тросы; рабочие не должны находиться в зоне возможного движения троса при его обрыве;

расположение рабочих при подъеме или опускании бревен должно регламентироваться специальной инструкцией для данного участка;

всей работой на укладке или раскатке штабелей должен руководить бригадир, располагающий средствами сигнализации;

к работе на штабелях допускаются рабочие, не страдающие головокружением или другими физическими недостатками;

запрещается работать на штабелях во время сильного дождя, снегопада, штормового ветра, запрещается также становиться спиной к катящимся бревнам, перепрыгивать с одного штабеля на другой, перебрасывать (на штабелях или плотах) с одного рабочего места к другому инструмент (багры, топоры, ломы), сбрасывать бревна с механизмов без применения специальных рычагов, ваг, кантовок и других приспособлений, находиться под движущимся грузом, становиться или садиться на движущиеся бревна, очищать опорные или движущиеся элементы механизмов при работе, работать на неисправном оборудовании или на механизмах с неогражденными движущимися частями.

При разгрузке железнодорожного транспорта необходимо затормаживать вагоны, чтобы исключить их самопроизвольное передвижение.

На сортировочных устройствах рейда, бассейнов, лотков должны быть установлены рабочие и переходные мостики требуемой ширины.

Формирование пачек бревен для укладки в штабеля лебедками или кранами должно осуществляться в специальных формировочных рамках или накопительных карманах.

Между штабелями бревен и механизмами должны соблюдаться необходимые разрывы, предусмотренные для каждого участка.

Глава 8. РАСКРОЙ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИХ ВЫРАБОТКИ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

Раскрой пиловочного сырья на пиломатериалы осуществляется в лесопильных цехах. Последние характеризуются составом вырабатываемых пиломатериалов по размерам, качеству, степени обработки и их назначению, а также особенностями распиливаемого сырья, принятыми способами раскроя бревен, используемым для выработки пиломатериалов оборудованием, объемами производства и способами использования отходов. Одни и те же пиломатериалы можно получить различными тех-

нологическими процессами. При этом отличными могут быть как способы раскроя бревен, так и состав и последовательность технологических операций, а следовательно, и применяемое оборудование. Поэтому установление наиболее экономичных решений технологических и технических вопросов для современных лесопильных предприятий является одной из важнейших задач. Наиболее распространенными являются следующие технологические процессы:

раскрой пиловочных бревен брусово-развальным способом на обрезные пиломатериалы;

раскрой бревен хвойных пород развальным способом на обрезные пиломатериалы;

раскрой хвойного и лиственного пиловочного сырья вразвал на необрезные пиломатериалы.

Первые два процесса распространены в лесопильных цехах, вырабатывающих экспортные пиломатериалы и обрезные пиломатериалы внутрисоюзного потребления. Третий процесс специфичен для предприятий, использующих пиломатериалы на такие виды продукции, как бруски створок оконных блоков, тару и др. При изготовлении этой продукции из необрезных досок обеспечивается более рациональное использование пиловочного сырья. Если пиломатериалы вырабатываются для последующего изготовления из них не только целых, но и клееных заготовок, то может быть применен развально-сегментный способ раскроя сырья на пиломатериалы с одной обрезной кромкой. Кроме указанных выше процессов находит применение раскрой пиловочных бревен секторным и сегментным способами на пиломатериалы с пластями, строго ориентированными относительно годичных колец древесины (лыжные бруски, резонансовые пиломатериалы, клепка и т. п.). В технологических процессах раскроя пиловочных бревен на пиломатериалы, независимо от их различия, можно выделить определенные операции и оборудование.

Операции	Используемое оборудование
Продольный раскрой бревен, брусьев, секторов и сегментов на пиломатериалы	Вертикальные и горизонтальные лесопильные рамы, ленточнопильные и круглопильные станки, фрезерные и фрезернопильные агрегаты
Продольный раскрой и формирование ширины досок	Двухпильные и многопильные круглопильные и кромкофрезерные станки
Поперечный раскрой и формирование длины досок	Многопильные круглопильные установки и однопильные круглопильные станки

Выбор оборудования определяется назначением, размерами и требуемым качеством пиломатериалов, особенностями принятого способа раскроя бревен, качеством и размерами распиливаемого сырья и экономической выгодностью применения того или иного оборудования в различных условиях.

В США и Канаде продольный раскрой бревен и брусьев осуществляется преимущественно на ленточнопильных станках и реже на лесопильных рамах. В европейских странах в основном используются вертикальные лесопильные рамы и круглопильные станки, реже (во Франции) — ленточнопильные. В вертикальных лесопильных рамах пилы, натянутые в пильной рамке, совершают поступательно-возвратное движение в вертикальной плоскости. В раму одновременно устанавливают несколько (постав) пил. Так осуществляется групповая распиловка бревен.

В ленточнопильных станках пильная лента натянута на два шкива и совершает непрерывное движение в одном направлении. Бревно в процессе распиловки имеет поступательно-возвратное движение (перед каждым резом бревно устанавливается в исходное положение). Распиловка бревна осуществляется последовательными резами, и каждый последующий рез назначается с учетом особенностей бревна и качества открывшейся плоскости распила. Такая распиловка называется индивидуальной.

Различие в использовании оборудования для раскроя бревен обусловливалось главным образом размерными и качественными особенностями сырья. В США и Канаде пиловочное сырье характеризуется большими размерами, которые нередко достигают в диаметре до 1,5—2 м, в то время как в северных странах Европы (Финляндия, Швеция) средний диаметр сырья находится в пределах 18—20 см. С размерами сырья связано его качество. В крупномерном сырье резче, чем в маломерном, выделены зоны различной по качеству древесины и соответственно больше размеры каждой качественной зоны. Поэтому при индивидуальной распиловке крупномерного сырья, осуществляемой на ленточнопильных станках, имеется возможность выпиливать брусья в пределах однородной по качеству зоны бревна и, следовательно, лучше использовать его качественные особенности по сравнению с групповой распиловкой на лесопильных рамах, где полностью исключается индивидуальный подход к распиловке отдельных бревен. Кроме того, распиловка крупномерного сырья на широкопросветных рамах менее производительна, чем на ленточнопильных станках. Все это определило преимущественное применение ленточнопильных станков для распиловки крупномерных бревен.

Однако распиловка тонкомерного сырья весьма эффективно может осуществляться на лесопильных рамах, если применять постава, соответствующие группам бревен, подобранным по

размерам и качеству. Узко- и среднепросветные лесопильные рамы при распиловке сырья не уступают в производительности ленточнопильным станкам. В то же время указанные лесопильные рамы обеспечивают более высокое качество поверхности распила и точность размеров пиломатериалов, что получается в результате более устойчивого положения пил при распиловке. В настоящее время ленточнопильные станки для распиловки бревен получают более широкое применение также и в европейских странах. Кроме Франции, ленточнопильные станки изготовляют в Югославии, Италии, ФРГ, Швеции и других странах. Большое внимание применению этого бревнопильного оборудования уделяется и в Японии.

Ленточнопильная распиловка бревен в последние годы существенно видоизменилась. С одной стороны, продолжает совершенствоваться распиловка на традиционных ленточнопильных станках с индивидуальной распиловкой бревен, достигнуто повышение производительности станков и уменьшение ширины пропила за счет совершенствования системы натяжения пилы, получает применение двусторонняя пильная лента, которая исключает холостой ход бревна, созданы двухпильные ленточные станки. С другой стороны, в ленточнопильной распиловке изменяются традиционные принципы и намечается переход от индивидуальной распиловки бревен к групповой,— в ряде стран созданы автоматизированные ленточнопильные установки на базе нескольких последовательно установленных сдвоенных или счетверенных ленточнопильных агрегатов, отличающихся высокой производительностью.

Круглопильные станки используют преимущественно для распиловки тонких бревен. По сравнению с лесопильными рамами и ленточнопильными станками они дают более широкий пропил и меньшую точность размеров пиломатериалов. При толщине пил равной 4—5 мм ширина пропила на круглопильных станках составляет 6—8 м; на лесопильных рамах она находится обычно в пределах 3—4 мм. Основное преимущество круглопильных станков по сравнению с другим бревнопильным оборудованием заключается в простоте конструкции, небольшой стоимости и высокой производительности при распиловке тонкомерного сырья.

Станки для продольной распиловки бревен являются головным оборудованием лесопильного потока. Они определяют его пропускную способность, а также характер и объем проходящего в потоке материала. В целях повышения пропускной способности лесопильных потоков и концентрации технологических операций на головном оборудовании имеется тенденция к использованию фрезерных и фрезернопильных агрегатов. Фрезерные агрегаты устанавливаются вместе с лесопильными рамами, ленточнопильными или круглопильными станками в виде приставок к ним или как отдельно стоящие установки для перера-

ботки периферийных частей бревен и брусьев на технологическую щепу. Фрезернопильные агрегаты перерабатывают бревна на пиломатериалы и технологическую щепу (без отходов в горбыли и рейки). Они в основном предназначены для переработки тонкомерных бревен.

Впервые экспериментальные агрегатные фрезернопильные установки были разработаны в СССР (ЦНИИМОД) и в США. Теперь метод агрегатной переработки бревен получил широкое распространение в Канаде, США, Швеции, ФРГ и других странах. Оборудование для фрезернопильных установок производится и в Советском Союзе.

Продольный раскрой широких досок на более узкие и обрезку обзольных кромок у необрезных досок (для получения из них обрезных досок) производят на различных по конструкции и количеству пил круглопильных обрезных станках. За последние годы во многих странах для обрезки обзольных кромок у необрезных досок начинают использовать кромкофрезерные обрезные станки, которые отличаются высокой производительностью. На кромкофрезерных обрезных станках вместо традиционных отходов в виде реек из боковых частей досок вырабатывается технологическая щепа.

Поперечный раскрой и торцовку досок по длине можно производить на однопильных круглопильных станках или специальных многопильных установках. Оборудование для выполнения отдельных технологических операций должно соответствовать условиям производства и обеспечивать наибольший технико-экономический эффект.

§ 2. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Вертикальные лесопильные рамы имеют существенные преимущества перед другими бревнопильными станками. Это и определило их более широкое использование. Вертикальные лесопильные рамы отличаются большим разнообразием и классифицируются по общим признакам.

По назначению можно выделить рамы разных конструкций: рамы для распиловки длинномерных бревен, длиной от 3 до 7,5 м, на доски и брусья; рамы для распиловки короткомерных бревен, длиной от 1 м, на доски и брусья; рамы для распиловки тонкомерного сырья, диаметром меньше 20 см, на тарные дощечки.

По способу установки рамы делятся на стационарные, передвижные и переносные (последние встречаются редко). Стационарные — это тяжелые рамы, они отличаются высокой производительностью и предназначены для использования на постоянно

действующих предприятиях. Монтируются такие рамы на прочных бетонных фундаментах.

Передвижные рамы имеют сравнительно невысокую производительность и монтируются на колесном ходу. Такие рамы без демонтажа можно перевозить тракторами, автомашинами к новому месту работы.

По высоте рамы подразделяются на двухэтажные, полутораэтажные и одноэтажные. Для установки таких рам требуются здания цехов соответствующей этажности.

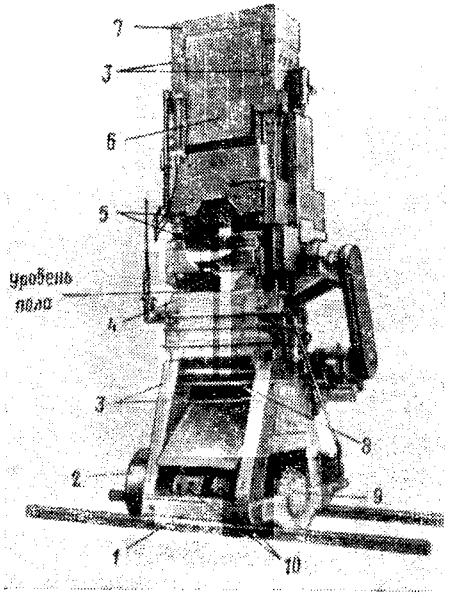


Рис. 84. Лесопильная рама 2Р80-1:
1 — фундаментная плита; *2* — шкив; *3* — боковины; *4* — нижняя поперечина; *5* — подающие вальцы; *6* — дверца; *7* — верхняя поперечина; *8* — шатун; *9* — подшипник; *10* — маховики

По числу поставов рамы делятся на однопоставные и двухпоставные. Двухпоставные рамы предназначены для одновременной распиловки двух бревен. Эти рамы применяются очень редко.

В настоящее время в качестве базовой модели стационарных двухэтажных рам для распиловки длинномерного сырья сконструирована высокопроизводительная лесопильная рама модели 2Р80-1. Общий вид этой рамы представлен на рис. 84. Рама данной модели имеет станину, состоящую из фундаментной плиты *1* и двух литых боковин *3* с верхними *7* и нижними *4* поперечинами. На станине крепятся все ее основные узлы. Механизм привода состоит из коренного (коленчатого) вала с двумя маховиками (кривошипами) *10* и шкивом *2*. Коленчатый вал устанавливается в подшипниках *9* на фундаментной плите станины рамы. Пильная рамка, в которой устанавливаются пилы, получает движение от коренного вала через шатун *8*. Нижний конец шатуна соединен (на подшипнике) с коленом коренного вала, а верхний — при помощи пальца с нижней поперечиной пильной рамки (на рисунке пространство, в котором движется пильная рамка закрытого дверцей *6* и пильная рамка не видна). Пильная рамка состоит из верхней и нижней поперечин, соединенных вертикальными стойками. На концах поперечин имеются четыре текстоли-

товых ползуна, являющихся опорами скольжения пильной рамки. Поперечины имеют щели для пропуска концов карабинов, закрепляющих пилы. Продвижение бревна через раму осуществляется двумя парами (одна из них установлена перед пилами, другая — позади пил) подающих вальцов *5* с приводом. Вертикальные лесопильные рамы для распиловки длинномерных бревен снабжены впередирамной тележкой и навесными направляющими ножами для удержания бревна в процессе распиловки. Направляющие ножи монтируются на задних воротах лесопильных рам. Выше указывалось, что продольный раскрой бревен может производиться также на горизонтальных лесопильных рамах, в которых, в отличие от вертикальных, пилы перемещаются в горизонтальной плоскости. Однако для массовой распиловки пиловочного сырья эти рамы не применяются. Они имеют небольшую производительность и предназначены для индивидуальной распиловки крупномерных бревен ценных пород.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Здесь объединяются следующие показатели: просвет пильной рамки, скорость вращения коренного вала рамы, высота хода пильной рамки, максимальное число пил в поставе, система механизма подачи, наибольшая конструктивная посылка, мощность привода и масса всей рамы.

Просветом пильной рамки называют внутреннее расстояние между ее вертикальными стойками. Просвет пильной рамки определяет по диаметру наибольший размер бревен, которые можно распилить на лесопильной раме. У лесопильных рам широкого распространения просвет находится в пределах 500—1000 мм, хотя делают рамы как с меньшим (350 мм), так и с большим (1500 мм) просветом.

Максимальный диаметр бревна, которое можно распилить на лесопильной раме данного просвета, может быть определен по формуле

$$d = B - c - 2a \text{ см}, \qquad (125)$$

где d — диаметр вершинного торца бревна, см;

B — просвет пильной рамки, см;

c — наибольшая разность между диаметрами комлевого и вершинного торцов бревен, см;

a — запасное расстояние между стойками пильной рамки и комлевым торцом бревна (обычно принимается равным 5 см).

Лесопильные рамы по ширине просвета делятся на узкопросветные, с просветом от 350 до 500 мм, среднепросветные, с просветом от 600 до 800 мм, широкопросветные, с просветом от 900 до 1100 мм и сверхширокопросветные, с просветом более 1100 мм. От просвета пильной рамки зависит не только максимальный диаметр бревен, допускаемых в распиловку, но и це-

лый ряд других важных технических показателей лесопильных рам, в частности скорость вращения коренного вала, а также производительность. Поэтому при выборе рам следует ориентироваться на просвет пильной рамки, чтобы он соответствовал размерам имеющегося сырья. При установке на предприятии нескольких рам сырье следует делить по размерам на группы и для их распиловки подбирать лесопильные рамы с различным просветом пильной рамки.

Высота хода пильной рамки — это расстояние ее перемещения в направляющих из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение. Высота хода зависит от радиуса кривошипа (колена) коренного вала рамы и выражается формулой

$$H = 2R \text{ мм}, \tag{126}$$

где H — высота хода пильной рамки, мм;

R — радиус кривошипа коренного вала рамы, мм.

Высота хода H пильной рамки и скорость вращения коренного вала n определяют линейную скорость распиловки. Если обозначить подачу бревна на один зуб через u_z, шаг зубьев пилы через t, то линейная скорость подачи u будет

$$u = u_z \cdot \frac{H}{t} \cdot \frac{n}{1000} \text{ м/мин}. \tag{127}$$

Величины H и n — важные конструктивные и эксплуатационные характеристики, от которых зависит производительность лесопильных рам: чем больше H и n, тем больше скорость подачи в минуту. Однако их увеличение ограничено инерционными силами массы возвратно-поступательно движущейся пильной рамки и шатуна. У современных лесопильных рам скорость вращения коренного вала находится в пределах 210—450 об/мин, а величина хода — 220—700 мм.

Скорость вращения коренного вала рамы, как указывалось выше, зависит от инерционных сил, возникающих при движении пильной рамки. Увеличение числа оборотов у лесопильных рам возможно лишь за счет уменьшения массы пильной рамки и высоты ее хода. Поэтому при подборе лесопильных рам особое значение имеет величина просвета пильной рамки. С уменьшением просвета уменьшается и масса пильной рамки, а лесопильные рамы с малым просветом имеют большее число оборотов и, естественно, более производительны.

Показатели количества пил, допускаемых к установке в пильную рамку, необходимы для составления поставов на распиловку бревен. Максимальное количество пил, допускаемых к установке, обычно указывается в паспортах станков. С ними связаны инерционные силы, размер и масса поперечин пильной рамки, на которые действуют большие силы, возникающие от натяжения пил. Предельное количество пил, устанавли-

ваемых в широкопросветных рамах, обычно ограничивается 18—20 и в рамах среднего и узкого просветов 12—14 пилами.

Механизм подачи, предназначенный для продвижения бревен или брусьев через раму в процессе пиления, состоит из двух пар вращающихся вальцов. Величина продвижения бревен за один оборот коренного вала или один ход пильной рамки (холостой и рабочий) называется посылкой. Поэтому механизмы подачи часто называют посылочными механизмами. Известны два вида подачи: непрерывная и толчковая. Толчковая подача в свою очередь делится на однотолчковую и двухтолчковую. При непрерывной подаче бревно подается вальцами (во время холостого и рабочего хода пильной рамки), а при однотолчковой — бревно подается только за один ход — за рабочий, или только за холостой. Двухтолчковая подача осуществляется двумя толчками: первый — за рабочий ход и второй — за холостой ход.

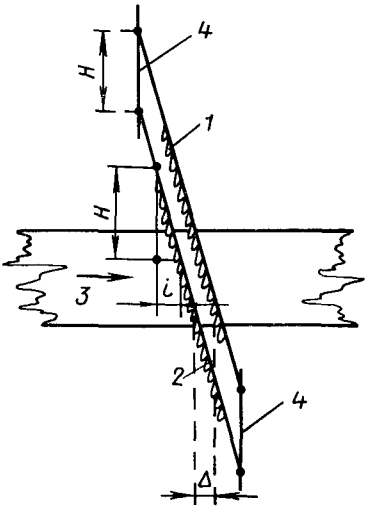


Рис. 85. Схема измерения уклона рамных пил:

1 — верхнее положение пилы; *2* — нижнее положение пилы; *3* — бревно; *4* — направляющие пильной рамки

Подача бревен толчками связана с появлением сил инерции, вызывающих проскальзывание вальцов по древесине и вредно отражающихся на механизмах подачи. Особенно эти силы проявляются у быстроходных лесопильных рам, которые поэтому снабжены механизмами непрерывной подачи; механизмом толчковой подачи снабжены только тихоходные легкие рамы. При толчковой подаче за холостой ход бревно во время перемещения пильной рамки вниз (рабочий ход) стоит неподвижно, поэтому пилы должны иметь уклон, соответствующий посылке за холостой ход.

Если посылку обозначить через Δ, то согласно схеме (рис. 85), уклон пил при подаче за холостой ход на пильной рамке соответственно должен составлять

$$i_{х.\,х} = \Delta + (2 \div 3) \text{ мм}. \qquad (128)$$

При однотолчковой подаче за рабочий ход движения резания и подачи происходит одновременно, поэтому уклон пил равен

$$i_{р.\,х} = 2 \div 3 \text{ мм}. \qquad (129)$$

При двухтолчковой и непрерывной подаче часть подачи осуществляется за холостой ход, поэтому уклон пил должен соответствовать подаче за холостой ход, т. е.

$$i_{н.п} = \frac{\Delta}{2} + (2 \div 3) \text{ мм}. \qquad (130)$$

В формулах (128), (129) и (130) для уклона пил включена надбавка в 2—3 мм. Эта надбавка необходима для устранения отбоя при врезании зубьев пил в дно пропила из-за трансформации геометрии резца. Несоответствие между уклоном пил и величиной посылки приводит к ухудшению процесса резания и снижению производительности лесопильных рам. В большинстве конструкций современных лесопильных рам уклон пил обеспечивается приданием соответствующего уклона пильной рамке за счет установки направляющих. В зависимости от величины посылки автоматически устанавливается уклон пильной рамки с помощью механизма изменения уклона.

Посылки бывают конструктивные и фактические. Конструктивные посылки без учета скольжения могут быть подсчитаны по кинематическим схемам механизмов подачи, которые приводятся в курсе «Деревообрабатывающие станки и инструменты». Фактические посылки всегда меньше конструктивных вследствие скольжения бревен в подающих вальцах и скольжения в фрикционных парах механизма подачи. Фактические посылки можно определять двумя способами: непосредственным замером на пластях досок по рискам, оставляемым пилами, или по времени распиловки бревна по формуле

$$\Delta_ф = \frac{1000 \cdot 60}{tn} L \text{ мм}, \qquad (131)$$

где $\Delta_ф$ — средняя фактическая посылка, мм;

L — длина бревна, м;

t — время распиловки бревна, с;

n — скорость вращения вала рамы, об/мин.

Скольжение в механизме подачи под нагрузкой практически снижает посылку примерно на 4—8%, а скольжение бревна в подающих вальцах при непрерывной подаче на 5—10%, при толчковой подаче — на 10—12%. Техническая характеристика современных отечественных лесопильных рам приведена ниже.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Производительность лесопильных рам обычно определяют в кубических метрах распиленного сырья, пользуясь выражением

$$A = \frac{\Delta n T K}{1000 L} q \text{ м}^3, \qquad (132)$$

где Δ — расчетная посылка, мм;

n — скорость вращения коренного вала рамы, об/мин;

Техническая характеристика лесопильных рам

Модель	Просвет пильной рамки, мм	Величина хода пильной рамки, мм	Скорость вращения коренного вала, об/мин	Максимальная посылка, мм	Максимальное количество пил в поставе	Мощность, кВт	Масса, т	Габарит, мм			Примечание
								Длина	Ширина	Высота	
Двухэтажные рамы с непрерывной подачей, одношатунные											
РД50-3	500	600	360	60	10	116,5	15,6	2900	2300	5125	
РД75-6	750	600	320	50	12	97,0	16,8	2900	2500	5400	Рама I ряда
РД75-7	750	600	320	50	12	117,0	15,9	2250	2575	5050	Рама II ряда
РД110-2М	1100	600	235	22	20	139,5	19,6	3600	3100	6305	
2Р50-1	500	700	360	60	10	100	13,0	3040	2885	5465	Новая гамма лесопильных рам
2Р50-2	500	700	360	60	10	100	12,6	2130	2885	5425	
2Р63-1	630	700	345	50	12	125	13,3	3040	2885	5710	
2Р63-2	630	700	345	50	12	125	12,7	2130	2885	5465	
2Р80-1	800	700	320	50	14	139,6	13,7	2850	2630	5820	
2Р80-2	800	700	320	50	14	139,6	13,7	2230	2630	5570	
2Р100-1	1000	700	250	35	18	125	16,2	3040	3250	6115	
2Р100-2	1000	700	250	35	18	125	15,2	2130	3250	5915	
Одноэтажные одношатунные											
Р63-3	630	400	260	22	12	30	6,0	2210	2245	3000	Подача толчковая
Р63-4	630	400	270	32	12	61	5,54	2920	2545	3000	Подача непрерывная
Одноэтажные двухшатунные											
Р65-4М	630	400	250	22	12	28	5,2	2000	2100	2700	Подача толчковая
Р63-2	630	410	215	22	12	60,8	6,0	2200	2200	2310	Подача непрерывная
РПМ	650	410	210	23,4	10	31	8,5	6750	2725	2810	Передвижная рама; подача непрерывная
РТ-2	350	200	600	12,3	16	22	3,5	1880	600	800	Тарная рама; подача непрерывная
РК	650	410	215	22,0	12	60,5	6,6	2200	2200	2310	Коротышевая рама; подача непрерывная

T — время в смене, мин;
L — длина бревна, м;
q — объем бревна, м^3;
K — общий коэффициент использования лесопильной рамы.

Выражение (132) можно несколько преобразовать и за счет этого получить формулы для определения производительности лесопильных рам в штуках и погонных метрах распиленных бревен. В первом случае из формулы (132) исключается объем бревна q, а во втором — объем q и длина L. Формулы будут иметь следующий вид:

для определения производительности рамы в штуках бревен

$$A = \frac{\Delta n T K}{1000 L}; \tag{133}$$

для определения производительности рамы в погонных метрах бревен

$$A = \frac{\Delta n T K}{1000}. \tag{134}$$

Из формулы (134) следует, что производительность лесопильных рам в погонных метрах изменяется прямо пропорционально изменению величины расчетной посылки, так как величины n, T и K для каждой рамы постоянны. Исходя из аналогичности формул (132, 133 и 134), можно сделать вывод, что при определении производительности лесопильных рам очень важно правильно установить величину расчетной посылки. Как известно, при распиловке бревен посылка должна соответствовать возможной производительности (работоспособности) пил при условии их устойчивой работы, требуемому качеству распиловки (шероховатости пропиленной поверхности) и мощности привода лесопильной рамы. Поэтому за расчетную посылку при определении производительности рам принимается наименьшая из величин посылок по производительности пил, качеству распиловки и мощности привода. Установленная таким образом расчетная посылка не должна превышать максимальную конструктивную посылку лесопильной рамы. Метод определения каждой из указанных ранее посылок (по производительности пил, качеству распиловки и мощности привода) рассматривается в курсе «Деревообрабатывающие станки и инструменты» и охарактеризован в литературе [7, 39].

Для наиболее распространенных способов распиловки бревен на современных лесопильных рамах разрабатываются таблицы инструкционных посылок, которыми пользуются в технологических расчетах, что значительно их упрощает. Эти таблицы утверждаются соответствующими организациями. По этим таблицам в зависимости от диаметра бревен определяются расчетные посылки, соответствующие рассмотренным ранее условиям: возможной производительности пил, требуемому качеству

распиловки и мощности привода. В случае отсутствия нормативных таблиц посылки определяются расчетным путем.

Общий коэффициент использования лесопильной рамы [см. формулу (132)] при современном уровне развития техники и организации производства для двухэтажных лесопильных рам принимается равным 0,9 и для одноэтажных 0,765 (см. «Нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели по проектированию лесопильно-деревообрабатывающих предприятий», утвержденные Министерством лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР 14 августа 1970 г.).

Коэффициент использования может быть представлен следующим выражением:

$$K = K_{\text{р}} K_{\text{м}}, \tag{135}$$

где $K_{\text{р}}$ — коэффициент использования рабочего времени лесопильной рамы;

$K_{\text{м}}$ — коэффициент использования машинного времени лесопильной рамы.

Коэффициент использования рабочего времени определяется отношением времени работы рамы к продолжительности смены. Этот коэффициент учитывает так называемые явные простои рамы в течение смены по различным причинам. К таким простоям относятся подтягивание пил и подточка зубьев, устранение обрыва пил, засоров и т. п. Коэффициент использования машинного времени определяется отношением времени производительной работы рамы к ее общему времени работы. Данный коэффициент учитывает скрытые простои, к которым относятся снижение посылки и числа оборотов коренного вала рамы, а также потери времени на разрывы между бревнами и распиловку припусков по длине бревен, которые не учитываются в размерах бревен.

ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАМ ПО ПРОПУСКУ И РАСПИЛУ СЫРЬЯ

Производительность по распилу — соответственна объему распиленного сырья. Для распиловки бревна развальным способом используется одна лесопильная рама. Распиловка бревна с брусовкой осуществляется на двух лесопильных рамах. Поэтому при распиловке вразвал сырье проходит через раму один раз, а при распиловке с брусовкой сырье последовательно пропускается через две рамы: через первую — в виде бревен и через вторую — в виде брусьев. Поскольку производительность второй рамы, распиливающей брусья, принято определять объемом бревен, из которых получены эти брусья, то объем пропущенного через рамы сырья при брусово-развальном способе будет в 2 раза больше объема фактически распиленного сырья.

При смешанной распиловке, когда одна часть сырья распиливается с брусовкой, а другая — вразвал, соотношение между объемом пропущенного и распиленного сырья зависит от удельного веса объема сырья, распиленного с брусовкой, в общем объеме распиленного сырья или от процента брусовки по сырью. Процент брусовки представляет собой выраженное в процентах отношение объема сырья, распиленного с брусовкой, к общему объему распиленного сырья:

$$Б = \frac{Q_б}{Q_р} \cdot 100\%. \qquad (136)$$

Если в формуле (136) заменить объем сырья, распиленного с брусовкой, $Q_б$ соответствующей ему разностью между объемом пропущенного сырья $Q_п$ и общим объемом распиленного сырья $Q_р$, то она примет вид

$$Б = \frac{Q_п - Q_р}{Q_р} \cdot 100\%. \qquad (137)$$

Из этой формулы следует, что:

$$Q_п = \frac{Q_р}{100}(100 + Б) \text{ м}^3; \qquad (138)$$

$$Q_р = \frac{Q_п}{100 + Б} \cdot 100 \text{ м}^3. \qquad (139)$$

Средняя производительность лесопильных рам по пропуску или распилу сырья может быть определена путем деления результата по формулам (138) и (139) на количество установленных рам. При распиловке сырья с брусовкой или смешанной распиловке, кроме установленным рам, к которым относят все рамы в цехе, различают так называемые эффективные рамы. За эффективную принимается лесопильная рама, распиливающая сырье вразвал, или две рамы, распиливающие сырье с брусовкой.

Процент брусовки можно определять не только по сырью, но и по рамо-сменам. Произведение числа установленных или эффективных рам на количество смен работы даст соответственно отработанные установленные или эффективные рамо-смены. Процент брусовки по рамо-сменам, определяющий количество рамо-смен, отработанных при распиловке сырья с брусовкой, можно рассчитать по формуле

$$Б_р = \frac{У - Э}{Э} 100\%, \qquad (140)$$

где У — общее количество рамо-смен (по установленным рамам);

Э — количество эффективных рамо-смен.

Процент брусовки по сырью и рамо-сменам по величине не совпадает, так как производительность лесопильных рам не остается постоянной, потому что бревна имеют разные размеры.

§ 3. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

Для применения ленточнопильных станков в СССР имеются широкие возможности, особенно в районах Сибири, где сосредоточены большие запасы крупномерного, преимущественно низкосортного сырья, а также при распиловке букового сырья с пороком в виде ложного ядра и бревен ценных пород. Для распиловки бревен используют вертикальные ленточнопильные станки тяжелого типа.

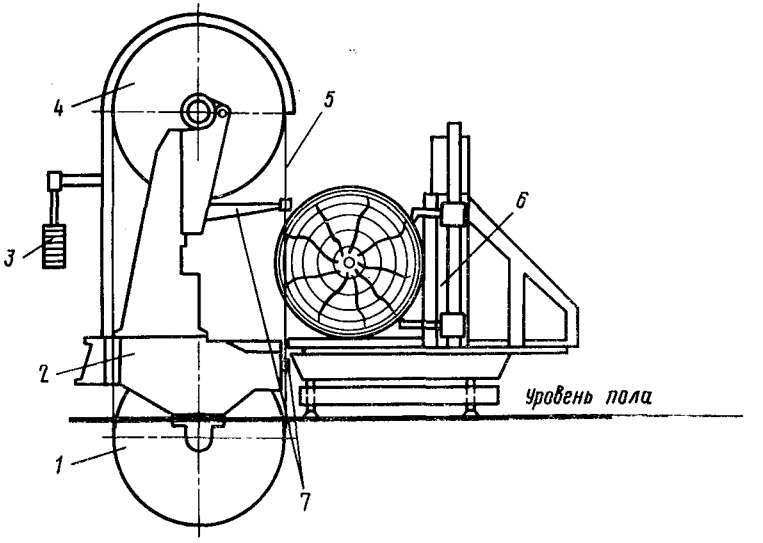


Рис. 86. Схема ленточнопильного станка:
1 — нижний шкив; *2* — станина; *3* — грузовой механизм; *4* — верхний шкив; *5* — пильная лента; *6* — тележка; *7* — направляющие пильной ленты

Вертикальный ленточнопильный станок, схема которого представлена на рис. 86, имеет мощную станину, на которой расположены два шкива для пильной ленты (нижний шкив является ведущим). Верхний шкив монтируется на подвижном суппорте и может перемещаться по вертикали с помощью привода. Кроме того, верхний шкив может наклоняться. Пильная лента надевается на шкивы и натягивается при помощи специального грузового рычажного механизма, который поднимает верхний шкив. Рабочая ветвь пильной ленты проходит в двух направляющих. Верхняя направляющая может перемещаться по вертикали — она устанавливается в зависимости от диаметра распиливаемого бревна.

Неотъемлемая часть ленточнопильных станков — это базирующая тележка. Она служит для установки бревна относительно пильной ленты, удержания его в этом положении,

подачи бревна во время распиловки и возвращения в положение для нового реза. На тележке установлены передвижные стойки, на которых смонтированы захваты с гидравлическим приводом для крепления бревна. Стойки могут совместно или индивидуально перемещаться в направляющих, проложенных поперек тележки для установки бревна в плоскости распила. При обратном ходе тележки ее рама со стойками и бревном отходит от плоскости распила. Тележка перемещается по рельсам с помощью гидродвигателя, имеющего бесступенчатое регулирование скорости.

Управление современными ленточнопильными станками осуществляется с пульта, который располагается сбоку или впереди станка. При использовании ленточнопильных станков необходимо учитывать то, что от одного из важнейших параметров ленточнопильных станков — диаметра шкивов зависят наибольший диаметр распиливаемых бревен, толщина и ширина ленты и мощность станка. Увеличение толщины и ширины пилы позволяет увеличить скорость подачи и сохранить при этом устойчивое положение пилы во время пиления, что необходимо для качественной распиловки. На ленточнопильных станках можно распиливать бревна, диаметр которых находится в пределах от 1,5 до 2 м. Толщина ленточных пил обычно не превышает 1/1000 D (диаметр шкива), а ширина — 350—400 мм. Скорость резания составляет 45—55 м/с.

Для индивидуальной распиловки крупномерного сырья и низкокачественной древесины на отечественных лесопильных заводах спроектированы ленточнопильные станки. В их состав входят станки моделей ЛБ150-1 и ЛБ240. Последний имеет высокую скорость подачи и предназначен для использования в высокопроизводительных потоках. Техническая характеристика станков моделей ЛБ150 и ЛБ-240 приводится ниже.

Сменная производительность ленточнопильных станков в кубических метрах распиленных бревен может быть определена по формуле

$$A = \frac{60TKq}{t} \text{ м}^3, \qquad (141)$$

где T — продолжительность смены, мин;

t — среднее время на распиловку бревна по поставу, с;

K — коэффициент использования станка;

q — объем бревна, м^3.

Время на распиловку бревна t можно представить в виде суммы времени, затрачиваемого непосредственно на пиление $t_п$, и вспомогательного времени $t_в$, потребного для сброса бревна на тележку $t_{сбр.\,бр}$, поворот бревна вокруг оси $t_{пов}$, установку бревна относительно пилы для отпиливания материала определенной толщины $t_{уст}$, на дополнительный ход тележки для подведения бревна к пиле и его отвод от пилы после пиления

Техническая характеристика ленточнопильных станков моделей ЛБ150-1 и ЛБ240

Наименование показателей	Ленточнопильные станки		Наименование показателей	Ленточнопильные станки	
	ЛБ150-1	ЛБ240		ЛБ150-1	ЛБ240
Диаметр шкивов, мм	1500	2400	Ширина полотна (наибольшая), мм	230	350
Максимальная высота пропила, мм	750	1100	Скорость, м/мин:		
Наибольший диаметр бревен, см	150	150	рабочего хода тележки	До 90	До 120
			холостого хода тележки	До 125	До 180
Толщина полотна пилы, мм	1,6	2,2; 2,4	Мощность главного двигателя, кВт	75	160

$t_{доп}$, на холостой ход тележки t_x и сброс остатка от распиленного бревна $t_{сбр.\,о}$, т. е.

$$t = t_п + t_в, \tag{142}$$

$$t_в = t_{сбр.\,бр} + t_{пов} z + t_{сбр.\,о} + n\,(t_{уст} + t_{доп} + t_x), \tag{143}$$

где n — число резов в бревне по поставу;

z — число поворотов бревна.

Время, затрачиваемое непосредственно на распиловку бревна, можно определить в зависимости от скорости рабочего хода тележки по формуле

$$t_п = \frac{60L}{u_р}\, n, \tag{144}$$

где L — длина бревна;

$u_р$ — средняя скорость рабочего хода тележки, м/мин.

Величина скорости подачи бревна во время распиловки (рабочего хода тележки) на ленточнопильных станках, так же как и на лесопильных рамах, принимается по наименьшему из значений скорости подачи, допустимой для обеспечения требуемого качества распиловки и скорости подачи по мощности привода станка. Методы определения указанных скоростей для ленточнопильных станков изучаются в курсе «Деревообрабатывающие станки и инструменты» [7, 39].

Вспомогательное время $t_в$ устанавливается на основе опыта. На современных ленточнопильных станках время на пиление составляет в среднем 30—40% от общего времени на распиловку бревна t. Исходя из этого, с некоторым приближением время на распиловку бревна на ленточнопильных станках можно определить также по формуле

$$t = \frac{60Ln}{0{,}3 \cdot u_р}. \tag{145}$$

Цикловое время на один пропил в бревне равно

$$t_ц = \frac{t}{n}. \tag{146}$$

Ранее отмечалось, что для групповой распиловки бревен на зарубежных предприятиях создают сдвоенные, счетверенные (и более) ленточнопильные агрегаты, которые обеспечивают уменьшение ширины пропила при высокой производительности раскроя сырья (рис. 87). По данным американской промышленности, счетверенные ленточнопильные агрегаты с диаметром шкивов 1500 мм могут работать на средних скоростях подачи

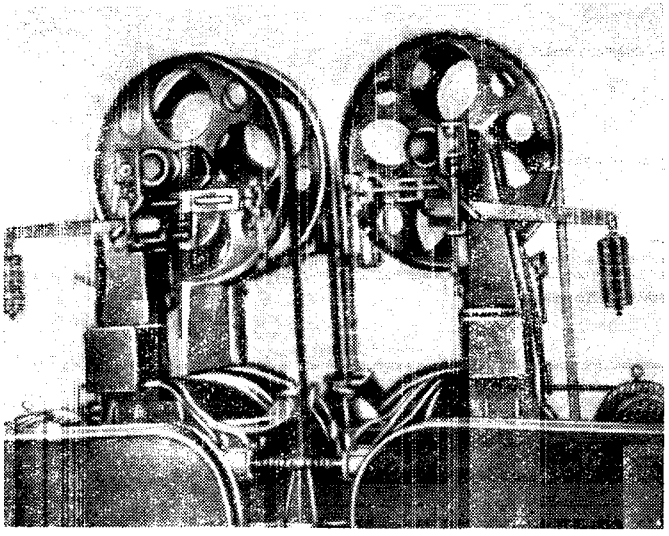


Рис. 87. Счетверенный ленточнопильный агрегат (фирма „Turner Machinery Co")

40—45 м/мин при распиловке бревен диаметром 30 см. При этом время, затрачиваемое непосредственно на пиление, составляет 70, а на вспомогательные операции 30% циклового времени.

§ 4. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

По технологическому признаку круглопильные станки подразделяют на станки для распиловки бревен и станки для распиловки брусьев. В станках для распиловки бревен бревно подается на пилу с помощью тележки, перемещающейся по рельсам, или цепи. Станки же для распиловки брусьев имеют вальцовую подачу.

По количеству пил круглопильные станки для распиловки бревен могут быть одно- и многопильными. Однопильные станки (рис. 88) используют для индивидуального раскроя бревен или

выпиловки шпал, из-за чего их называют шпалорезными. Механизм резания однопильных круглопильных станков состоит из пильного вала с закрепленными на нем пилой и двумя шкивами. Один из шкивов соединен ременной передачей с электродвигателем, другой — с реверсивным устройством и через него с редуктором механизма подачи тележки. Механизм подачи тележки включает барабан с тросо-блочной системой. Концы троса через систему блоков крепятся к передней и задней поперечинам рамы тележки. При наматывании на барабан той или иной ветви троса тележка получает соответственно рабочий или холостой ход. Подающая тележка имеет механизмы

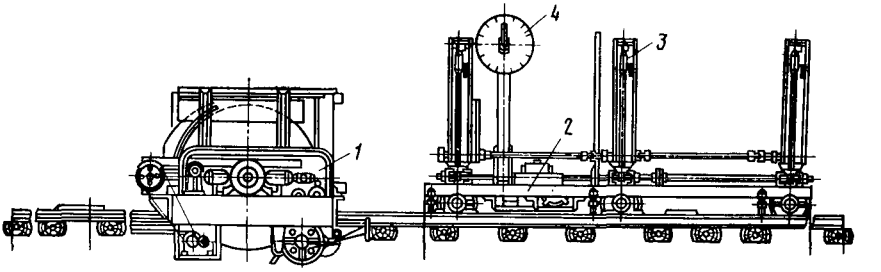


Рис. 88. Круглопильный станок для индивидуальной распиловки бревен:
1 — пильный механизм; *2* — подающая тележка; *3* — стойка с зажимами для бревен; *4* — механизм измерения величины поперечной подачи бревен

для закрепления и поперечного перемещения бревна. Навалка бревна на тележку и поворот его относительно оси для установки в нужное положение в станках старой конструкции осуществляются вручную. Современные круглопильные станки имеют вспомогательное оборудование и транспортные устройства для механизированной подачи сырья и уборки продукции. Управление этими станками осуществляется дистанционно с пульта.

Максимальный диаметр бревен, которые можно распиливать на круглопильных станках, определяют по формуле

$$d_{max} = \frac{D_п - d_ш - 20}{2} \text{ мм}, \qquad (147)$$

где d_{max} — максимальный диаметр бревен, мм;

$D_п$ — диаметр пилы, мм;

$d_ш$ — диаметр шайбы, мм.

Для обеспечения необходимой жесткости пильного диска диаметр шайбы должен быть не менее $d_ш = 5\sqrt{D_п}$. Максимальный диаметр пил у однопильных круглопильных станков для распиловки бревен составляет 1250 или 1500 мм и, следовательно, наибольший диаметр бревен, которые можно на них распиливать, не превышает 50 см. Обеспечение устойчивости пил с

увеличением их диаметра достигается за счет их утолщения, что, в свою очередь, связано с увеличением отходов древесины в опилки. Поэтому для распиловки бревен с большим диаметром используют станки с дополнительной верхней пилой.

Необходимо иметь в виду, что использование круглопильных станков для индивидуального раскроя бревен и выработки шпал по сравнению с ленточнопильными станками приводит к увеличению отходов древесины из-за более широких пропилов; отходы увеличиваются в 1,5—2 раза. Основное достоинство круглопильных станков заключаются в относительно небольшой (по сравнению с другими бревнопильными станками) стоимости монтажа, демонтажа и обслуживания.

Отечественная промышленность для индивидуального раскроя бревен выпускает круглопильные станки моделей ЦДТ6-2, ЦДТ6-3 и ЦДТ7, в последнем установлено две пилы. Наибольшая высота пропила на станке модели ЦДТ6-3 составляет 500 и на станке модели ЦДТ7 — 800 мм. Техническая характеристика станков этих моделей приводится ниже.

Техническая характеристика круглопильных станков для индивидуального раскроя бревен

	ЦДТ6-3	ЦД17
Длина распиливаемых бревен, м	1,8—6,5	1,8—6,5
Диаметр распиливаемых бревен в комлевом торце, см	20—70	16—110
Наибольший диаметр пилы, мм		
нижний	1250	1500
верхний	—	1000
Скорость подачи распиливаемого материала, м/мин:		
рабочий ход тележки	до 80	до 90
холостой ход тележки	до 120	120
Общая установленная мощность электродвигателей, кВт	83,4	121,5
Габарит, м:		
длина	18,0	23,8
ширина	6,0	7,2
высота	1,765	2,1
Масса станка, т	7,08	15,3

Основное назначение многопильных круглопильных станков — распиловка тонкомерных бревен по поставу (на брус и боковые доски). Из отечественных станков, выпускаемых промышленностью в настоящее время, к ним относится станок Б2Ц с симметрично раздвигающимися пилами.

Для распиловки брусьев применяют многопильные круглопильные станки. В настоящее время промышленность выпускает многопильный станок модели Б8Ц, предназначенный для распиловки на доски брусьев, поступающих от круглопильных станков Б2Ц. Техническая характеристика этих станков приводится ниже.

Техническая характеристика многопильных круглопильных станков

	Б2Ц	Б8Ц
Высота пропила, мм	320	160
Наибольший диаметр распиливаемого бревна (в комле), см	38	—
Длина распиливаемого материала, м:		
наименьшая	3,0	2,0
наибольшая	7,5	7,5
Количество пил	2	до 8
Диаметр пил, мм	900	630
Расстояние между пилами, мм:		
наименьшее	80	13 (между смежными)
наибольшее	260	400 (между крайними)
Скорость резания, м/с	40	48,5
Скорость подачи, м/мин:		
наибольшая	60	60
наименьшая	5	5

Распиловка сырья на круглопильных станках наибольшее распространение получила в Скандинавских странах. В Советском Союзе лесопильные потоки на основе круглопильных станков создаются обычно в дополнение к рамным потокам (в лесоцехе или в отдельно стоящем цехе) на заводах, которые распиливают большое количество тонкомерного сырья.

Производительность круглопильных станков с тележкой определяют так же, как и ленточнопильных станков.

Для расчета производительности круглопильных станков с непрерывной подачей (вальцовой или цепной) пользуются следующей формулой:

$$A = uTK \text{ м}, \tag{148}$$

где u — скорость подачи, м/мин;

T — продолжительность смены, мин;

K — коэффициент использования станка.

Скорость подачи следует выбирать с учетом требуемого качества распиловки, мощности привода и конструктивных возможностей станка.

§ 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФРЕЗЕРНЫХ И ФРЕЗЕРНОПИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

Фрезернопильные агрегаты предназначаются для выполнения комплекса технологических операций по переработке тонкомерных бревен на пиломатериалы и технологическую щепу. В СССР изготовляют линию агрегатной переработки бревен (ЛАПБ), которая включает фрезернопильный агрегат с оборудованием для подготовки бревен к распиловке и выдачи продукции (рис. 89).

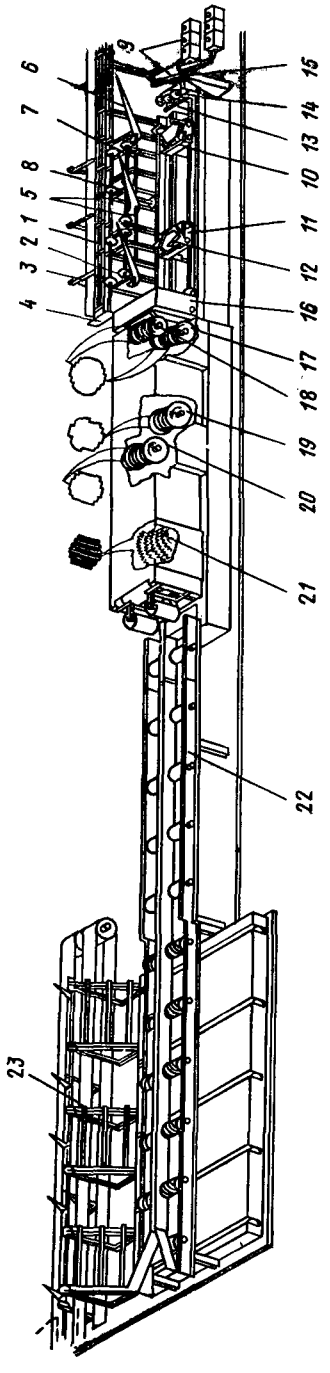


Рис. 89. Схема линии агрегатной переработки бревен ЛАПБ-1:

1 — бревнотаска; *2* — накопитель бревен; *3* — бревнобрасыватель; *4* — флажок; *5* — отсекатель-сбрасыватель; *6* — рычаги отсекателя; *7* — вал; *8* — гидроцилиндр; *9* — амортизатор; *10* — комлевая тележка; *11* — вершинная тележка; *12* — центрирующие зажимы; *13* — кантователь; *14* — зубчатые диски; *15* — рычаг; *16* — перехватная тележка; *17* — верхняя головка узла первичного фрезерования; *18* — нижняя головка узла первичного фрезерования; *19* — нижняя головка узла вторичного фрезерования; *20* — верхняя головка узла вторичного фрезерования; *21* — распиловочный узел; *22* — навесной рольганг; *23* — сортировочная горка

Фрезернопильный агрегат состоит из узлов первичного и вторичного фрезерования и узла пиления. Узел первичного фрезерования включает верхние *18* и нижние *17* головки, состоящие из набора однорезцовых дисковых фрез. Положение нижней фрезерной головки постоянное, верхней — переменное в зависимости от диаметра перерабатываемого бревна.

Узел вторичного фрезерования состоит из нижней *19* и верхней *20* головок с наборами различных по назначению и конструкции фрез. Боковые фрезы однорезцовые. Они предназначены для переработки в щепу боковых частей бревна. Фрезы, расположенные в центральной части постава, четырехрезцовые зачистные. Их назначение — окончательное формирование кромки пиломатериалов. Здесь, как и в узле первичного фрезерования, настраивается верхняя головка.

Распиловочный узел *21* представляет собой вал с блоком дисковых пил. Механизм подачи состоит из пяти пар горизонтальных вальцов и одной пары вертикальных вытяжных роликов, установленных за пильным узлом.

Линия самонастраивается по диаметру перерабатываемых бревен и может работать в автоматическом и полуавтоматическом режимах (оператор вмешивается в управление линией

при обработке кривых бревен). Техническая характеристика этой линии приводится ниже.

Переработка бревен на фрезернопильных агрегатах, по сравнению с распиловкой на лесопильных рамах, дает меньший выход пиломатериалов. По данным ЦНИИМОДа, при переработке на фрезернопильном агрегате подсортированных до одного четного диаметра тонких бревен выход пиломатериалов уменьшается на 3%. Однако агрегатное фрезернопильное оборудование отличается большей пропускной способностью и меньшими трудозатратами.

Производительность фрезернопильных агрегатов можно рассчитать аналогично производительности круглопильных станков с вальцовой подачей ($K_м = 0{,}75 \div 0{,}8$).

Для переработки на технологическую щепу боковых частей бревен и брусьев, которые при распиловке сырья на бревнопильных станках превращаются в горбыли и рейки, используются различные по конструкции фрезерные (рубительные) станки и агрегатные установки.

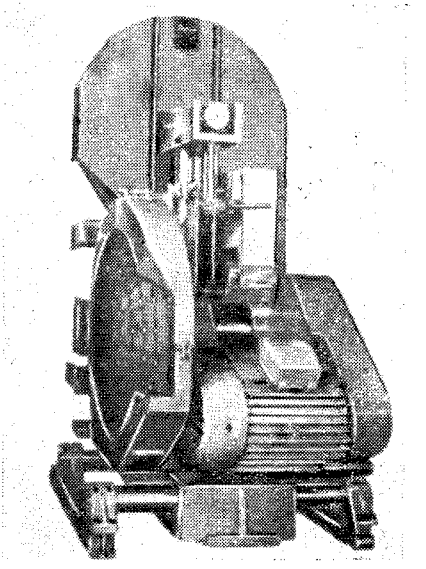


Рис. 90. Ленточнопильный станок с приставкой в виде рубительных дисков

Станок модели БФ для переработки бревен в двухкантные брусья и технологическую щепу создан Архангельским лесотехническим институтом. Механизм резания станка представляет собой две торцово-конические фрезы, установленные на валах электродвигателей, смонтированных на каретках. Передвижением кареток станок

Техническая характеристика ЛАПБ-1

Диаметр бревен, см	12—24
Длина бревен, м	4,5—7.5
Количество выпиливаемых досок (максимальное)	8
Количество пил в поставе (максимальное)	9
Просвет до узла вторичного фрезерования, мм	630
Высота пропила (максимальная), мм	210
Скорость подачи, м/мин	24; 30; 36
Количество электродвигателей	16
Общая установленная мощность электродвигателей, кВт	351
Габарит, мм	29 000×6650×3500
Масса, кг	39 000

настраивают на определенный размер бруса. Каждая фреза имеет 40 ножей с двумя режущими кромками, которые закреплены на посадочных местах лопастей, образующих корпус фрезы. Скорость подачи 36,7 м/мин. Станок модели БФ на определенный размер бруса настраивается вручную с помощью винтового механизма. Однако многие зарубежные фрезерные агрегаты по диаметру бревен настраиваются сами и работают в автоматическом или полуавтоматическом режимах.

Фрезерные (рубительные) станки и агрегаты устанавливаются в лесопильных потоках перед бревнопильными станками. Иногда фрезерные (рубительные) устройства добавляются к бревнопильным станкам в виде приставок. Так, на рис. 90 показан ленточнопильный станок шведской фирмы «Kockum Industri» АВ с приставкой в виде рубительных дисков.

Окантовка бревен перед распиловкой выполняется на специальных станках и устройствах. Эта операция повышает производительность бревнопильного оборудования, сокращает количество опилок (на бревнопильном станке в этом случае исключаются пропилы, обычно формирующие горбыли).

§ 6. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРЕЗНЫХ СТАНКОВ

Для раскроя необрезных досок по ширине и обрезки у них обзольных кромок и реек по сбегу применяют так называемые обрезные станки. К обрезным станкам относятся однопильные, двухпильные и многопильные круглопильные станки. Однопильные станки в лесопильных цехах применяются редко. Наибольшее распространение имеют двухпильные обрезные станки, которые используются для обрезки необрезных досок и придания им стандартной ширины. Несколько реже встречаются многопильные обрезные станки, на которых широкие необрезные доски раскраиваются на более узкие с одновременной обрезкой обзольных кромок.

На двухпильных и многопильных обрезных станках можно обрезать и раскраивать доски разной ширины. Для этого у двухпильных станков одна пила делается подвижной и перемещается относительно другой за счет перестановки соответствующей рукоятки, а у многопильных станков, например пятипильных, три пилы установлены неподвижно, а две — на подвижной каретке, перемещающейся по шлицевой части вала. Так как при распиловке бревен получаются разные по ширине необрезные доски, то при их обрезке приходится часто переставлять пилу (или пилы). На перевод пилы обрезчик затрачивает 1—2 с. В современных станках применяется дистанционное преселективное управление подвижной пилой, позволяющее с пульта подавать команду на перевод пилы для обрезки очередной доски, когда еще из пил не вышла распиливаемая доска. При дистанционном управлении рабочее место обрезчика может

быть удалено от станка, что очень удобно для осмотра и подачи доски на обрезку.

В Советском Союзе круглопильные станки для обрезки и продольного раскроя досок и брусьев в настоящее время разрабатываются в составе единой гаммы с высокой степенью унификации узлов и деталей. В состав гаммы входят обрезные двухпильные, трехпильные, четырехпильные и пятипильные станки. Базовой моделью является двухпильный обрезной станок Ц2Д-7 с улучшенными параметрами и конструкцией, предназначенной для замены ранее выпускавшегося станка модели Ц2Д-5А. Станок модели Ц2Д-7 имеет симметричное перемещение пил, что позволяет выпиливать оптимальные по ширине обрезные доски. Станок оборудован преселективным управлением с применением гидравлической следящей системы. Все станки гаммы оснащаются впереди- и позадистаночными столами. Техническая характеристика обрезных станков приводится ниже.

Техническая характеристика обрезных станков

	Ц2Д-5А	Ц2Д-7
Просвет, мм	630	800
Толщина распиливаемых досок, мм	13—100	13—100
Длина досок (наименьшая), мм	1400	2000
Наибольший диаметр пил, мм	400	500
Скорость подачи, м/мин	80/120; 100/150	80/120; 100/150
Мощность электродвигателей, кВт	43,4	45,2
Масса станка, кг	2100	3400

Производительность обрезных станков определяют в погонных метрах досок, пропущенных через станок, по формуле

$$A = UTK_{р}K_{м}, \qquad (149)$$

где U — скорость подачи, м/мин;

T — продолжительность смены, мин;

$K_{р}$ — коэффициент использования рабочего времени; в условиях нормальной работы цеха равен 0,9—0,92;

$K_{м}$ — коэффициент использования машинного времени (0,8—0,9).

Коэффициент использования машинного времени учитывает скрытые простои станка, к которым относится время на передвижение пилы и разрывы в подаче досок. Последние могут возникать из-за того, что от лесопильных рам доски и горбыли к обрезному станку подаются вместе. Горбыли приходится отделять вручную, чем увеличивается время на подготовку доски к подаче на стол обрезного станка. Поэтому величина коэффициента использования машинного времени в значительной степени зависит от уровня механизации подачи досок к обрезному станку, а также от совершенства системы управления подвижной пилой. Скорость подачи должна обеспечивать требуемое качество распиловки и соответствовать мощности привода станка.

§ 7. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТОРЦОВКИ ДОСОК

В процессе производства пиломатериалов необходима их поперечная распиловка — торцовка. В этой операции доскам придается стандартная длина или их делят на части с целью удаления тех или иных пороков и повышения за счет этого качественного выхода пиломатериалов.

Торцовка досок выполняется непосредственно в лесопильном цехе и вне его после сушки. В процессе сушки у части досок появляются трещины. Если до сушки пиломатериалам была придана стандартная длина, то после сушки для удаления вновь появившихся дефектов потребуется повторная торцовка хотя и не всех, но какой-то части пиломатериалов обязательно. Повторная торцовка уменьшает полезный выход пиломатериалов и увеличивает трудоемкость их производства. Поэтому товарные пиломатериалы выгоднее торцевать после сушки. Пиломатериалы, вырабатываемые для внутреннего использования (на предприятии), также нецелесообразно торцевать в лесопильном цехе, так как известно, что на заготовки выгоднее раскраивать не урезанные по длине доски. Таким образом, доски выгоднее торцевать после сушки вне лесопильного цеха. Предварительную торцовку досок (торцовку кривых досок перед обрезкой по ширине, отделение узких концов у боковых досок, удаление дефектов, недопустимых в пиломатериалах) целесообразно осуществлять в лесопильном цехе.

Несмотря на значительные преимущества, которые дает торцовка пиломатериалов после сушки, на некоторых отечественных предприятиях, выпускающих товарные пиломатериалы, по ряду причин технологического и организационного характера торцовку тонких досок выполняют в лесопильном цехе.

Торцовку досок осуществляют позиционным и проходным способами. В первом случае торцовка пиломатериалов выполняется при их неподвижном состоянии, во втором — в процессе движения. Для торцовки досок применяют различные круглопильные станки и установки. Для торцовки и раскроя досок по длине позиционным способом применяют круглопильные станки, встроенные в специальные торцовочные столы. Для торцовки досок проходным способом используют разнообразные установки слешерного или триммерного типа.

Современные отечественные позиционные станки моделей ЦКБ-40 и ЦКБ-63, используемые для торцовки досок в потоках лесопильного цеха, оборудованы гидравлическим устройством для подъема пилы с управлением от ножного переключателя. Торцовка досок происходит во время движения пилы в верхнее положение. Поэтому станки устанавливаются под роликовыми столами, на которые подается материал, подлежащий торцовке. Техническая характеристика станков моделей ЦКБ-40 и ЦКБ-63 приводится ниже.

Техническая характеристика позиционных торцовочных станков

	ЦКБ-40	ЦКБ-63
Наибольшая ширина обрабатываемого материала, мм	400	630
Наибольшая толщина обрабатываемого материала, мм	140	100
Наибольший диаметр пилы, мм	710	630
Наибольшее число двойных ходов в 1 мин	40	45

К проходным торцовочным устройствам относится централизованная трехпильная установка модели ЦТ3-2М слешерного типа (рис. 91). Она состоит из поперечного цепного транспортера *9*, на одной боковой стороне которого стационарно установлена дисковая пила *3* для торцовки комлевых концов досок, на другой последовательно установлены две станционарные дисковые пилы *7* и *8* для торцовки вершинных концов досок. Для выравнивания торцов досок по комлевой пиле и продольного перемещения досок от комлевой пилы к вершинным пилам установка имеет два приводных рольганга *1* и *4* с косопоставленными роликами, размещающимися между цепями поперечного транспортера. Стандартная длина досок устанавливается по мерным упорам *10*. Ролики *2*, *5* и *6* служат для облегчения установки досок по отношению к пилам. На цепях поперечного транспортера монтируются упоры, которые служат опорой для досок во время торцовки.

Торцовка досок на такой установке обычно связана с оценкой их качества. На установках подобных описанной организация работы у вершинных пил может быть разной. В большинстве случаев один рабочий устанавливает доски с помощью мерных упоров для торцовки в размер, а второй — определяет и проставляет на досках знак сорта. Кроме того, второй рабочий торцует доски, пропущенные первым рабочим, и в случае необходимости некоторые из них переторцовывает. Ниже приводится техническая характеристика устройства ЦТ3-2М.

Трехпильное торцовочное устройство ЦТ3-2М целесообразно устанавливать в лесопильном цехе только для окончательной торцовки обрезных досок. Для предварительной торцовки тонких досок с одного конца (отделения вершинных острых концов досок) применяются более простые проходные торцовочные установки. Например, предварительная торцовка тонких досок производится на движущихся цепях, с помощью стационарно установленных с соответствующей боковой стороны транспортера дисковых пил. Проходные торцовочные установки слешерного типа предназначены для торцовки концов досок. Вырезка пороков, особенно из средней (по длине) части доски, на этих установках очень затруднительна. Иногда для торцовки досок применяют проходные многопильные установки, называемые триммерами. Последние предназначены для выполнения

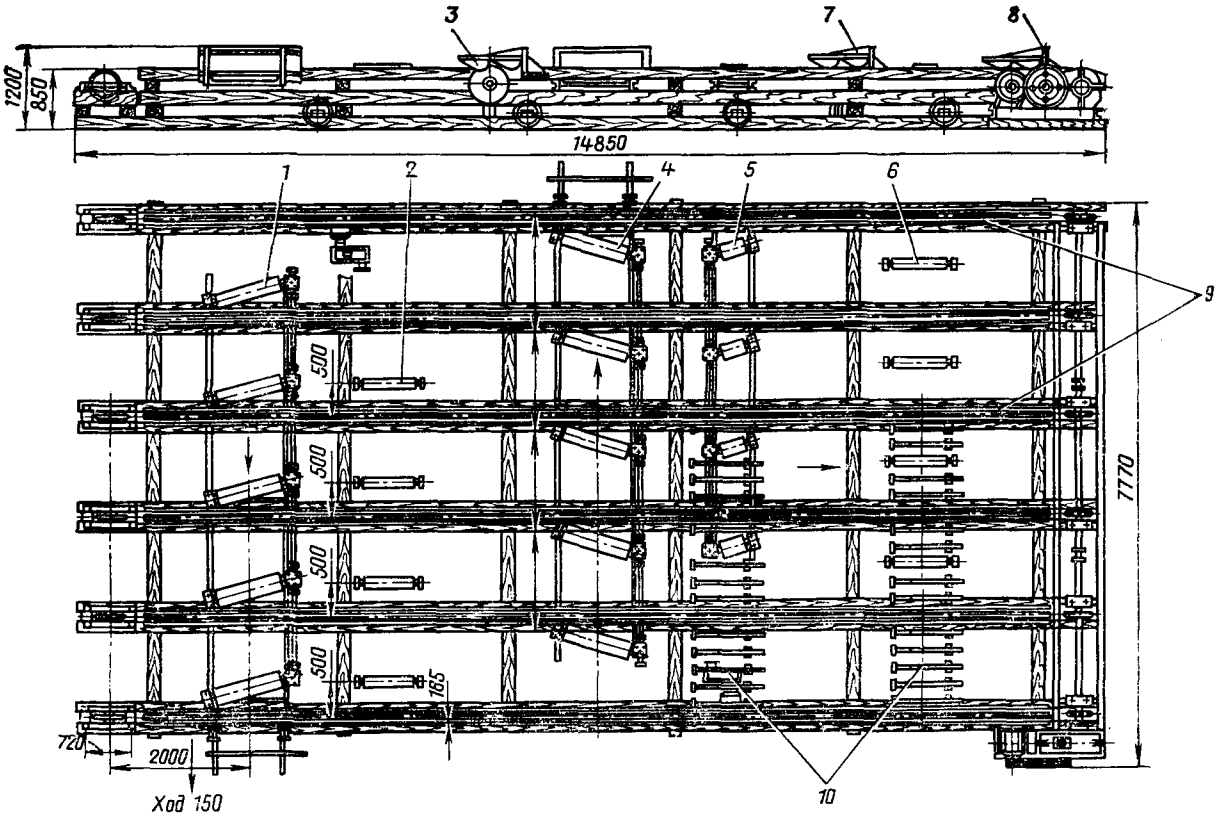


Рис. 91. Торцовочное устройство:

1 и *4* — приводные рольганги; *2* — неприводные ролики; *3* — комлевая пила; *5* и *6* — ролики; *7* и *8* — вершинные пилы; *9* — поперечные цепные транспортеры; *10* — мерные упоры

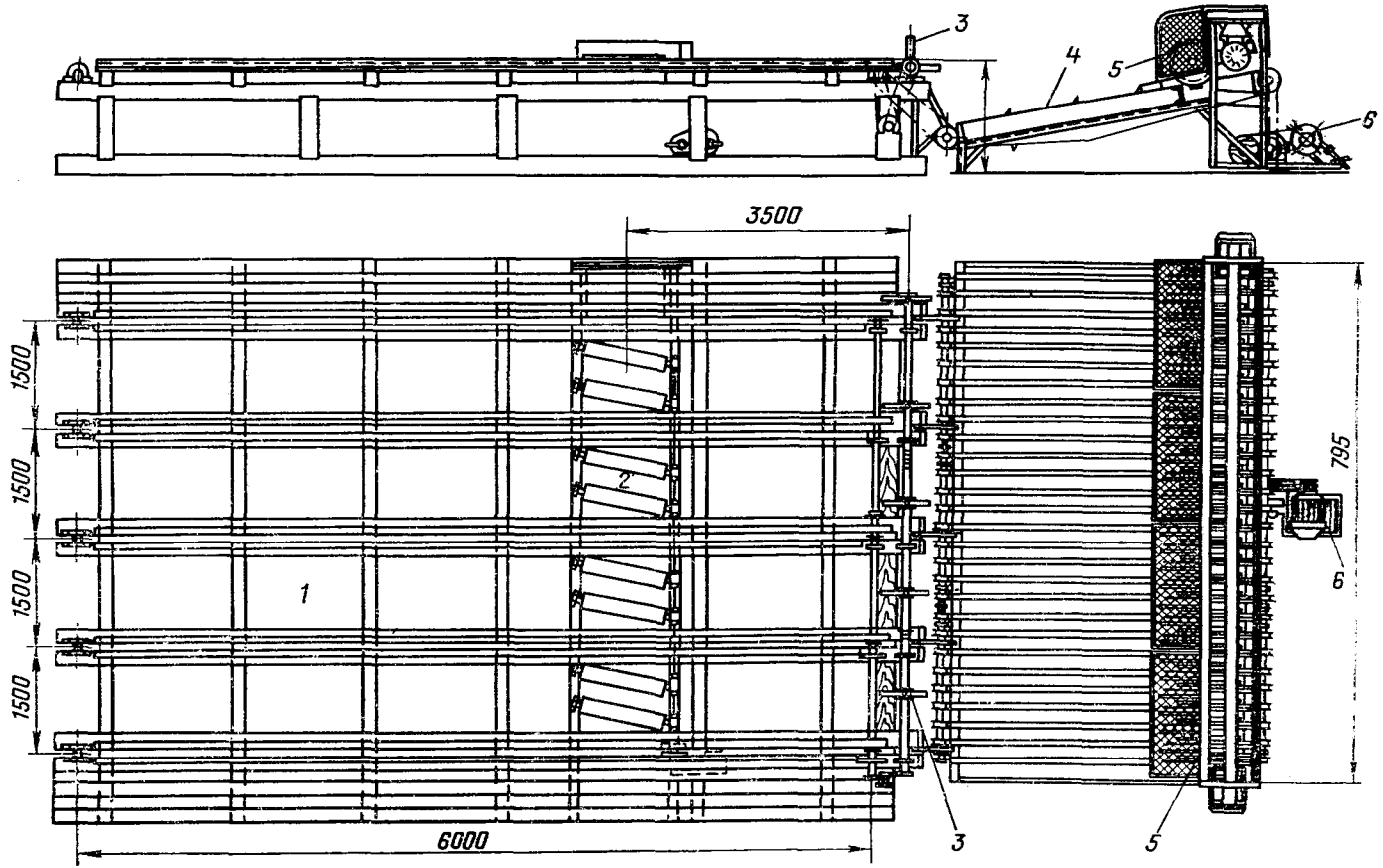


Рис. 92. Торцовочный 27-пильный агрегат (триммер):

1 — поперечный цепной транспортер; *2* — ролики; *3* — кантователь досок; *4* — наклонный транспортер; *5* — пилы; *6* — электродвигатель привода транспортеров

Техническая характеристика торцовочного устройства слешерного типа ЦТ3-2М

Число пил	3
Диаметр пил, мм	600
Скорость движения цепей транспортера, м/мин	7,2; 10,8; 14,2
Тип грузовых цепей	пластинчато-втулочный
Расстояние между упорами, мм	600
Количество грузовых цепей	6
Расстояние между цепями, мм	1460
Длина и ширина цепного транспортера, мм	14 850×8390
Количество рольгангов с косоустановленными роликами	2
Количество роликов в рольганге	5
Длина и диаметр роликов рольганга, мм	1000×219
Окружная скорость роликов рольганга, м/с	2,01
Угол поворота оси роликов к оси цепей, град	8—10
Мощность электродвигателя, кВт:	
привода цепного транспортера	6—7,0
привода рольганга	2,2—2,8
привода пил	4,5—5,0
Наибольшая длина и толщина торцуемых пиломатериалов	7500×100

торцовки досок с двух концов с одновременным приданием им определенной длины (в соответствии со спецификацией), а также вырезки пороков и дефектов с одновременным приданием получающимся отрезкам вида досок необходимой длины.

Отечественный 27-пильный агрегат модели Ц27К (АТ-27) (рис. 92) состоит из горизонтального поперечного цепного транспортера *1* с кантователем досок *3*, на котором доски осматриваются с обеих сторон оператором, наклонного транспортера *4* с упорами для подачи досок на пилы *5* 27-пильного торцовочного станка с индивидуально опускающимися пилами, которые получают вращение от приводного вала. В этом станке пилы установлены одна от другой на расстоянии, соответствующем градации досок по длине. Управление пилами осуществляется с пульта. Оператор, после осмотра каждой доски, подает команду на ее раскрой. Поданная команда запоминается командоаппаратом и сопровождает доску, а затем выдает ее соответствующим исполнительным механизмом. Последние опускают на доски те или иные пилы. Если доска должна торцеваться только по концам, вмешательства оператора не требуется и команда на опускание пил подается автоматически движущейся доской при нажиме ее концов на соответствующие датчики.

Проходные торцовочные установки слешерного и триммерного типа используются не только в лесопильном цехе, но и входят в состав машин, которые выполняют окончательную обработку пиломатериалов после сушки. Производительность позиционных торцовочных станков определяется по формуле

$$A = \frac{60TK}{t} \text{ досок за смену,} \qquad (150)$$

где T — продолжительность смены, мин;
K — коэффициент использования рабочего времени 0,9;
t — время, затраченное на торцовку одной доски, с.

Время на торцовку одной доски слагается из его периодов, затрачиваемых: на снятие доски с транспортного устройства и укладку ее на торцовочный стол; перемещение доски по столу и ее установку в положение для торцовки; торцовку одного или двух концов доски; на съем доски со стола. Обычно время на торцовку одной доски определяется хронометражем. Вспомогательное время на позиционных торцовочных столах значительно превышает машинное, которое обычно составляет около 10% от времени, затрачиваемого на торцовку досок.

Для определения производительности проходного торцовочного устройства слешерного или триммерного типа применяют формулу

$$A = \frac{vTK}{a} \text{ досок за смену,} \qquad (151)$$

где v — скорость цепей транспортера, м/мин;
T — продолжительность смены, мин;
K — коэффициент заполнения цепей (0,9);
a — расстояние между упорами цепей, м.

Производительность проходных торцовочных устройств зависит также от квалификации торцовщиков и рабочих-контролеров, которые проверяют качество пиломатериалов. На использование производственной мощности триммера влияет работа оператора и рабочих, обеспечивающих равномерное движение досок на поперечном транспортере. В современных триммерных агрегатах (например, модели Ц27К) для подачи досок на поперечный транспортер устанавливаются механизмы поштучной подачи досок.

§ 8. РАСЧЕТ ОБЪЕМА РАБОТ И ПОТРЕБНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

На использование производственной мощности технологического оборудования большое влияние оказывает его взаимосвязь со смежными участками производства и характер движения материалов в потоках. В лесопильном производстве движение обрабатываемых материалов, как правило, осуществляется по принципу непрерывного потока. Непрерывное движение материалов в потоках лесопильного производства обусловливается постоянством технологических операций раскроя сырья, громоздкостью и большой массой обрабатываемого сырья и получаемых из него пиломатериалов. Для непрерывного движения материалов в потоках лесопиления свойственны общие закономерности, но имеются и свои специфические особенности. Последние обусловливаются характером перерабатываемого сырья

и технологического оборудования. Пиловочное сырье, поступающее для распиловки на завод, имеет разные размеры и качество, поэтому его распиловка производится партиями по разным поставам. Вследствие этих причин потоки лесопильного производства характеризуются переменным составом сырья и таким же составом пиломатериалов, вырабатываемых из него на основе плана раскроя, т. е. является переменными непрерывными потоками.

Синхронизация работы участников лесопильных поточных линий и возможность использования их производственной мощности в значительной степени зависят от расчета оборудования. Расчет потребного технологического оборудования для раскроя сырья целесообразно проводить в соответствии с планом раскроя, на основе которого может быть определен общий объем работ по каждой операции, для выполнения всего плана раскроя в целом, а также для раскроя сырья разных размеров и качества по отдельным поставам.

Прежде всего необходимо выбрать технологическое оборудование, которое намечено для выполнения отдельных операций. Им могут быть лесопильные рамы разные по просвету и мощности, ленточнопильные станки, фрезернопильные агрегаты, круглопильные станки для продольной распиловки бревен и брусьев, обрезные или многопильные станки для раскроя и обрезки необрезных досок и др. с соответствующими техническими данными. После выбора оборудования необходимо определить потребное его количество для выполнения заданного объема работ по каждой отдельной операции. Потребное количество ведущего оборудования применительно к условиям непрерывного движения материалов в потоках целесообразно рассчитывать по годовому объему работ, а остального оборудования — по ритму работы ведущего оборудования. Такой порядок расчета оборудования обеспечивает возможность наилучшей согласованности мощности отдельных участков производства в целом и при пропуске через него переменного состава сырья по отдельным поставам.

В лесопильном производстве за ведущее оборудование обычно принимают станки и установки, используемые для продольного раскроя бревен. Это оборудование наиболее тяжелое и дорогое. Полная загрузка такого оборудования имеет наиболее важное значение. Бревнопильное оборудование — это лесопильные рамы. Необходимое их количество определяют по количеству рамо-смен, потребных для распиловки сырья по плану раскроя. Количество смен, которое должны отработать лесопильные рамы в течение года, можно определить по форме 8.

Расчет потребного количества рамо-смен на распиловку 1000 м^3 сырья по отдельным поставам ведут на основе плана раскроя, данные из которого переносят в форму 8, графы 1, 2

Форма 8

Расчет потребного количества рамо-смен на распиловку 1000 м³ сырья по плану раскроя

№ поставов по плану раскроя	Диаметр бревен, см	Объем сырья, подлежащего распиловке по поставу, м³	Расчетная посылка, мм		
			на развал бревен	на выпиловку брусьев	На развал брусьев
1	2	3	4	5	6

Продолжение формы 8

Сменная производительность лесорамы, м³	Количество потребных рамо-смен для выполнения плана раскроя								
	на распиловку бревен вразвал	на выпиловку брусьев	на распиловку брусьев	В том числе в поточных линиях					
				1	2	3	и т. д.		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	. . .

Итого рамо-смен_____

и 3. Данные о производительности лесопильных рам заносят в графы 4, 5, 6 и 7. Сменную производительность лесорам определяют по формуле

$$A = \frac{\Lambda n T K}{1000 L} q \text{ м}^3.$$

Посылка за один ход пильной рамки по каждому поставу, как указывалось выше, должна быть определена с учетом производительности пил, требуемого качества распиловки и мощности привода. Наименьшая из этих посылок будет расчетной. Ее проставляют в графы 4, 5 и 6. При распиловке бревен вразвал расчетную посылку проставляют в графу 4, а при распиловке с брусовкой — в графы 5 и 6.

При распиловке бревен брусово-развальным способом каждое бревно пропускают через лесопильные рамы 2 раза. Поэтому расчетную подачу указывают по каждой раме отдельно. Расчетные посылки для выпиловки брусьев и для распиловки

брусьев вразвал на доски на этих рамах могут быть разными. Однако практически в условиях непрерывного движения материалов в потоках для обеих рам можно реализовать только одну, наименьшую, подачу, которая и должна быть принята для расчета сменной производительности обеих лесорам (графа 7). Поэтому еще при составлении плана раскроя необходимо составлять постава с учетом равномерной загрузки лесопильных рам, работающих по брусово-развальному способу. Зная объем сырья, подлежащего распиловке по каждому поставу, а также сменную производительность лесопильных рам (форма 8, графы 3 и 7), количество рамо-смен, необходимых для выполнения работ по каждому поставу плана раскроя, можно определить по формуле

$$m_{\text{п}} = \frac{Q}{A}, \tag{152}$$

где $m_{\text{п}}$ — потребное количество рамо-смен для выполнения работ по поставу;

Q — объем сырья, подлежащего распиловке по поставу (графа 3), м³;

A — сменная производительность лесопильных рам (графа 7), м³.

В графу 8 вносят количество рамо-смен, необходимое для распиловки бревен вразвал, а в графы — 9 и 10 — количество рамо-смен для выпиловки брусьев и распиловки их на доски. Потребное количество рамо-смен по графам 9 и 10 в связи с непрерывностью движения материала в потоках принимается одинаковое. Общее количество рамо-смен, необходимое для распиловки 1000 м³ по плану раскроя, находят путем суммирования потребного количества рамо-смен по графам 8, 9 и 10:

$$m = m_{\text{р}} + m_{\text{в. б}} + m_{\text{р. б}}, \tag{153}$$

где m — количество рамо-смен, необходимое на распиловку 1000 м³ сырья по плану раскроя;

$m_{\text{р}}$ — количество рамо-смен на распиловку бревен вразвал (итог по графе 8);

$m_{\text{в.б}}$ — количество рамо-смен на выпиловку брусьев (итог по графе 9);

$m_{\text{р. б}}$ — количество рамо-смен на распиловку брусьев (итог по графе 10).

Количество рамо-смен, необходимое для распиловки всего сырья в течение года, может быть определено по формуле

$$m_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{год}} m}{1000}, \tag{154}$$

где $m_{\text{год}}$ — количество рамо-смен, необходимое для распиловки сырья в течение года;

m — количество рамо-смен, необходимое для распиловки 1000 м³ сырья;

$Q_{год}$ — объем сырья, подлежащего распиловке в течение года, м³.

Зная количество рамо-смен, необходимое для распиловки годового объема сырья и режим работы лесопильных рам, можно определить необходимое количество лесопильных рам по формуле

$$R_у = \frac{m_{год}}{bK_г}, \tag{155}$$

где $R_у$ — количество установленных лесопильных рам;

$m_{год}$ — количество рамо-смен, необходимое для распиловки сырья в течение года;

b — количество смен работы в году каждой рамы с учетом принятого режима работы по сменности и числу рабочих дней в году; для лесопильных рам обычно принимают двухсменную работу в сутки и 250 рабочих дней в году, откуда $b=2\cdot250=500$;

$K_г$ — коэффициент использования лесопильных рам в году, учитывающий остановку на капитальный ремонт (принимается 0,90).

В отдельных случаях требуется определить количество сырья, которое может быть распилено на установленных рамах в течение года. Для этого можно использовать формулу

$$Q_{год} = \frac{1000bR_у}{m} K_г. \tag{156}$$

В формуле (156) все значения соответствуют значениям формул (154) и (155). На основе данных формы 8 можно определить количество поточных линий, подлежащих установке в цехе. В поточные линии на базе лесопильных рам входят две рамы для распиловки бревен брусово-развальным способом и по одной раме для распиловки бревен вразвал. В соответствии с этим количество рам, требующихся для распиловки бревен вразвал и с брусовкой, необходимо определить по формулам раздельно. Общее количество рам, подлежащих установке, может быть найдено по формуле

$$R_у = R_р + R_{бр}, \tag{157}$$

где $R_у$ — общее количество устанавливаемых лесопильных рам;

$R_р$ — количество лесопильных рам, которые должны работать только вразвал;

$R_{бр}$ — количество лесопильных рам, которые должны работать брусово-развальным способом.

Общее количество устанавливаемых лесопильных рам может быть только целым числом, а количество рам, работающих вразвал и брусово-развальным способом, может быть дробным.

Количество поточных линий для распиловки бревен развальным способом соответствует целому числу рам, работающих вразвал. Число поточных линий для распиловки бревен брусово-развальным способом равно целому числу, которое определяют по формуле

$$n_{\text{лин}} = \frac{R_{\text{бр}}}{2}, \qquad (158)$$

где $n_{\text{лин}}$ — количество поточных линий, которые должны работать брусово-развальным способом (принимается в расчет только целое число);

$R_{\text{бр}}$ — количество рам, распиливающих бревна брусово-развальным способом.

Дробная часть от количества линий, которые должны работать вразвал и с брусовкой, объединяется в одну линию для смешанной распиловки. Расчет потребного оборудования следует вести раздельно для каждой линии, на основе ритма работы лесопильных рам. Для этой цели поточные линии следует специализировать на распиловке сырья определенных диаметров по определенным поставам плана раскроя.

В форме 8, (графы 11, 12 и 13) показано количество рамосмен, которое рамы должны отработать в отдельных линиях. Специализация потоков имеет важное значение для выбора рам, которые наиболее соответствуют сырью, предназначенному для распиловки в поточных линиях, и способствует созданию более равномерных объемов работ на отдельных участках при пропуске через них переменного состава сырья. Ритм работы лесопильных рам при пропуске через них сырья разных диаметров по поставам плана раскроя может быть определен по формуле

$$r = \frac{1000L}{\Delta n K_{\text{м}}} \text{ мин}, \qquad (159)$$

где r — ритм работы лесопильных рам, мин;

Δ — расчетная подача на один оборот коренного вала лесопильной рамы, мм;

n — скорость вращения вала лесопильной рамы, об/мин;

$K_{\text{м}}$ — коэффициент использования машинного времени лесопильной рамы;

L — длина бревна, м.

Ритм работы лесопильной рамы характеризует интервалы времени, через которые распиливаются бревна по поставу. Следует заметить, что при распиловке сырья различных диаметров и длины по разным поставам плана раскроя ритм работы лесопильной рамы разный. Поэтому величины ритма рекомендуется сводить в форму 9.

Порядок заполнения формы и определения ритма по форме 9 будет очевидным из наименования граф. На основе ритма

Форма 9

Расчет ритма работы лесопильных рам

№ постава по плану раскроя	Диаметр бревен, см	Длина бревен, м	Расчетная посылка, мм	Ритм работы лесопильной рамы по поставу, мин

работы лесопильной рамы можно рассчитать количество оборудования, необходимого для выполнения остальных операций процесса. В общем виде количество потребного оборудования в любой операции процесса в зависимости от ритма работы лесопильной рамы определяют по формуле

$$a = \frac{t_{оп}}{r}, \qquad (160)$$

где a — потребное количество станков для выполнения операции;

$t_{оп}$ — затраты времени одним станком на выполнение операции по поставу, мин;

r — ритм работы лесопильной рамы по поставу, мин.

Затраты времени одним станком для выполнения работ по поставу $t_{оп}$ могут быть определены по формуле

$$t_{оп} = \frac{Q_{пост}}{A} \text{ мин}, \qquad (161)$$

где $Q_{пост}$ — объем работ в данной операции по поставу, выраженный в м^3, пог. м, шт. и других единицах измерения;

A — производительность станка в тех же единицах измерения в минуту.

Разная единица измерения объема работ по поставу обусловливается спецификой операций и оборудования, используемого для их выполнения. Например, объем работ по обрезке досок, выполняемый на обрезном станке, обычно определяют в погонных метрах, а объем работ по торцовке досок — в штуках досок или количеством резов и т. д. В объем работ по поставу включаются работы, которые необходимо выполнить в данной операции с пиломатериалами, полученными из одного бревна. Он может быть определен из поставов плана раскроя для обрезного станка суммарным количеством погонных метров досок, которые надо обрезать на обрезном станке, суммарным количеством резов или штук досок, подлежащих торцовке, и т. д.

В знаменатель формулы (161) входит производительность A станка, которая выражается в тех же единицах измерения в минуту, что и объем работ по поставу. Зная операционные затраты времени по поставу $t_{оп}$ и ритм работы лесорамы r на том или другом участке поточной линии, по формуле (160) легко определить количество a станков, необходимых для работы в ритме действия лесопильной рамы. Для расчета потребного количества оборудования в поточных линиях лесопильного цеха по ритму работ лесопильной рамы рекомендуется форма 10.

Форма 10

Расчет потребного количества оборудования на участках потока по ритму работ лесопильных рам

№ постава по плану раскроя	Диаметры бревен, см	Ритм работы лесорамы r, мин	Объем работ по поставу на участке, пог. м, шт. и др.	Производительность станка в 1 мин, пог. м, шт. и др.	Время, потребное для выполнения работ одним станком по поставу, мин	Количество станков, потребное по расчету	Количество станков, принятое к установке в поточной линии
1	2	3	4	5	6	7	8

Заполнение формы 10 по данным расчета, изложенного выше, не требует пояснений, за исключением граф 7 и 8. В графу 7 заносят цифры о потребном количестве оборудования, которое рассчитали по формуле (160) путем деления операционных затрат (графа 6) на ритм работы лесопильной рамы по поставу (графа 3). Это количество может быть дробным и различным для разных поставов. Для выполнения объема работ на участке потока в ритме работы лесопильной рамы необходимо устанавливать такое количество оборудования, которое способно выполнить его по любому поставу. Поэтому количество устанавливаемого оборудования, занесенное в графу 8, должно быть определено на основе данных графы 7 по наибольшему количеству с округлением до целого числа. Аналогичным

методом рассчитывают количество оборудования для лесопильных поточных линий, где ведущим оборудованием являются ленточнопильные и круглопильные станки, фрезернопильные агрегаты. При этом сперва определяют количество смен, которое должно отработать ведущее оборудование в течение года на распиловке сырья по плану раскроя. Сменную производительность ведущих станков в этом случае определяют по формулам, приведенным в этой главе, для соответствующих бревнопильных станков. Зная количество смен, необходимое для распиловки годового объема сырья на том или ином бревнопильном оборудовании $m_{год}$, и режим его работы b, потребное количество соответствующих бревнопильных станков $n_{бр}$ можно определить по формуле

$$n_{бр} = \frac{m_{год}}{bK_г}. \quad (162)$$

Ритм работы бревнопильных станков при пропуске сырья различных диаметров по поставам плана раскроя определяется по формуле

$$r = \frac{L}{uK_м}, \quad (163)$$

где u — скорость подачи бревнопильного станка, устанавливаемая в соответствии с диаметром распиливаемых бревен;

L — длина бревна, м;

$K_м$ — коэффициент использования машинного времени бревнопильного станка.

Глава 9. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ПОТОЧНЫХ ЛИНИЯХ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ И ЕГО РАЗМЕЩЕНИЕ У СТАНКОВ

§ 1. ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДАЧИ БРЕВЕН

В качестве транспортных средств для подачи бревен в лесопильный цех наибольшее распространение получили продольные цепные транспортеры (бревнотаски), меньшее — поперечные транспортеры и еще меньшее — вагонетки на рельсовых путях. В зависимости от бревнопильного оборудования бревна следует подавать на первый или второй этаж лесопильного цеха. На больших стационарных лесопильных заводах бревна подают из бассейнов или со склада сырья на второй этаж, а на малых и временных заводах — на первый этаж. Продольный цепной транспортер (рис. 93) состоит из приводной станции,

рабочей и холостой звездочек и круглозвенной цепи с поперечинами (траверсами). Поперечины являются рабочими (захватными) органами бревнотаски, на них укладываются транспортируемые бревна. Траверсы приваривают к звеньям цепи на расстояниях 1,6—1,8 м одну от другой, они движутся по металлическим направляющим шинам в желобе эстакады бревнотаски. Для надежного сцепления бревна с захватными органами к траверсам приварены зубья, изготовленные из круглой стали.

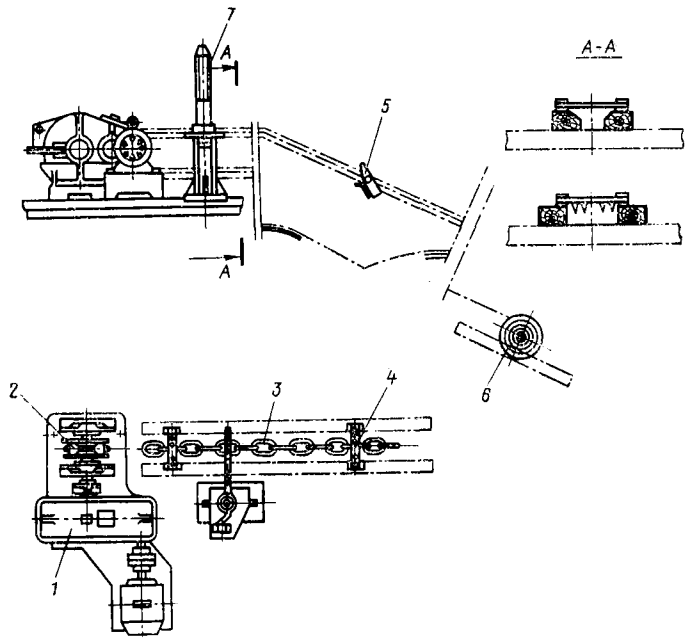


Рис. 93. Бревнотаска БА-3:
1 — приводная станция; *2* — приводная звездочка; *3* — тяговая цепь; *4* — поперечина (траверса); *5* — аварийный останов; *6* — холостая звездочка; *7* — автоматический останов

Эстакаду, ведущую из бассейна во второй этаж цеха, устраивают под углом к горизонту, не превышающим 22°. Такой наклон позволяет избежать соскальзывания бревен вниз. Для удобства сбрасывания бревен с эстакады на площадку хранения запасов сырья или непосредственно на тележки конечную часть эстакады внутри цеха делают горизонтальной.

Автоматическая остановка бревен происходит у мест их сбрасывания. Механизм автоматического останова состоит из подвижного поворотного щита, связанного с путевым выключателем. Бревно, перемещаемое цепью, передним торцом давит на подвижный щит, который при нажиме на конечный выклю-

чатель останавливает электродвигатель, приводящий в движение цепь через редуктор и звездочку. После сброса бревна с цепи щит оттягивается противовесом в обратное положение, размыкает концевой выключатель и включает электродвигатель бревнотаски. В случае обрыва цепи ее удерживают с помощью аварийного устройства, смонтированного на наклонной поверхности эстакады.

Узкопросветные и среднепросветные потоки лесопильных цехов оснащаются бревнотасками модели БА-3, а широкопросветные — бревнотасками модели БА-4. Скорость движения цепи бревнотаски модели БА-3 составляет 0,5, модели БА-4 — 0,3 м/с (т. е. больше скорости распиловки на лесопильных рамах в 2—3 раза).

Скорость движения цепи бревнотаски должна превышать максимальную скорость распиловки бревен. При этом соотношении скоростей обеспечивается бесперебойное питание бревнопильного станка и простоев из-за задержки в подаче бревен не будет. Производительность бревнотаски определяют по формуле

$$A = \frac{3600 v K_1 K_2}{L} \text{ бревен в 1 ч,} \qquad (164)$$

где v — скорость движения цепи, м/с;

K_1 — коэффициент использования рабочего времени, учитывающий остановки бревнотаски (принимается равным 0,6);

K_2 — коэффициент заполнения бревнотаски (обычно принимается не более 0,8);

L — длина бревна, м.

В зависимости от максимальной пропускной способности оборудования для продольной распиловки бревен минимальную скорость движения цепи бревнотаски определяют по формуле

$$v = \frac{AL}{3600 K_1 K_2} \text{ м/с.} \qquad (165)$$

Несмотря на достаточно высокую производительность бревнотаски, целесообразно между фронтом подачи бревен и бревнотаской устанавливать небольшой накопитель (на 5—10 бревен), который сможет предупредить простой бревнопильного станка из-за отсутствия бревен. Для исключения трудоемкой операции загрузки бревнотаски бревнами созданы механизмы, автоматизирующие насадку бревен на цепь бревнотаски.

Схема подачи бревен к головным станкам с помощью поперечных цепных транспортеров приведена на рис. 94. Наклонные поперечные транспортеры *1* и *2* захватывают бревна из двух рукавов бассейна, примыкающих к боковым стенкам лесопильного цеха. Для этого у наклонных транспортеров есть специальные захваты, которыми бревна транспортируются вверх и

сбрасываются на горизонтальные транспортеры *3* и *4* со специальными упорами, препятствующими самопроизвольному раскатыванию бревен. Горизонтальные транспортеры приводятся в движение от приводных станций *5*, *6*, а наклонные получают движение от горизонтальных посредством втулочно-роликовых цепей *7* и *8*. Автоматическое выключение приводов осуществляется конечными выключателями *ВК*.

Поперечные транспортеры позволяют создать страховой запас сырья перед головными станками, а горизонтальные — осуществить сброс бревен на впередистаночные тележки или кон-

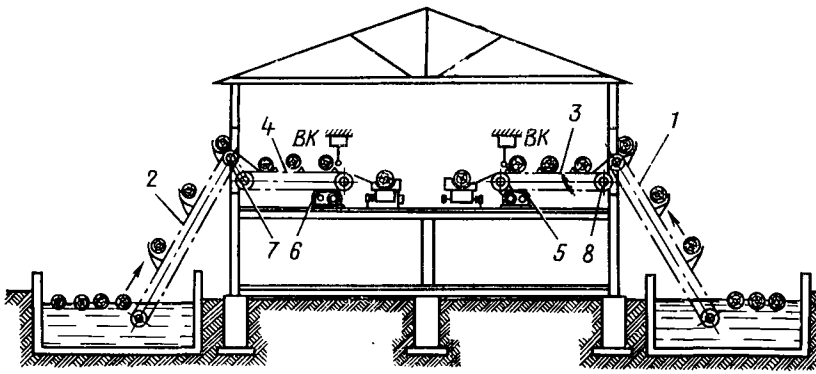


Рис. 94. Схема подачи бревен в лесопильный цех с помощью поперечных транспортеров:

1, *2* — наклонные цепные транспортеры; *3*, *4* — горизонтальные цепные транспортеры; *5*, *6* — приводные станции; *7*, *8* — втулочно-роликовые цепи; *ВК* — конечные выключатели

вейеры. Поперечное транспортирование бревен может быть осуществлено при сравнительно небольших скоростях движения тягового органа. Подачу бревен на рельсовых вагонетках можно практиковать на небольших лесопильных заводах, где рамы или другое бревнопильное оборудование размещено на первом этаже. Укладывают бревна на вагонетки на складе сырья и сбрасывают их на площадку перед бревнопильным оборудованием.

§ 2. БРЕВНОСБРАСЫВАТЕЛИ

С продольных цепных транспортеров (бревнотасок) бревна снимаются сбрасывателями разнообразных конструкций, которые приводятся в действие от специальных двигателей. Сбрасыватели бревен имеют два или три рычага, шарнирно связанных с толкателями, приводимыми в движение от электродвигателя через редуктор или от пневмо- или гидропривода. На рис. 95 представлен электромеханический сбрасыватель марки СБР-4-2 завода «Северный коммунар». Он состоит из

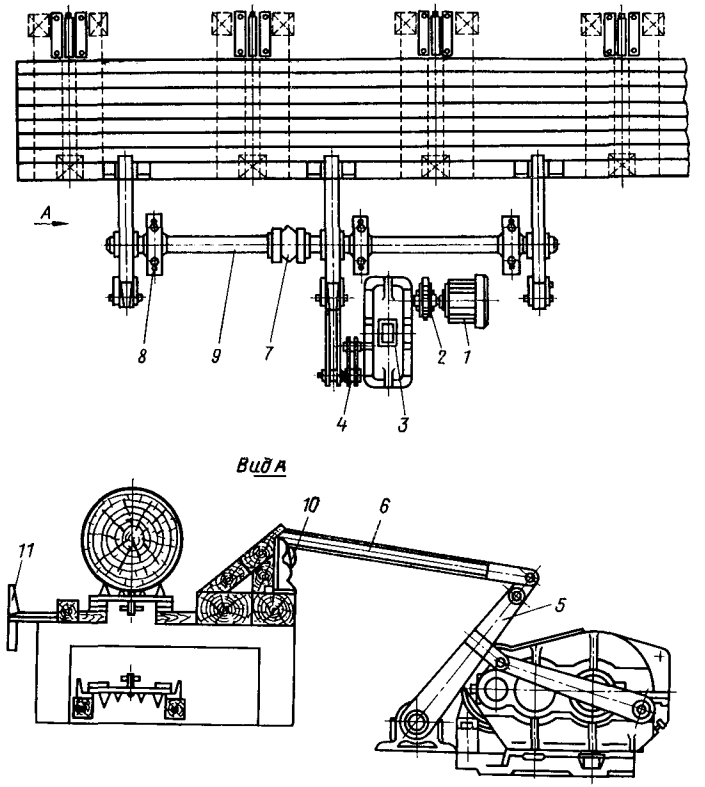


Рис. 95. Электромеханический сбрасыватель бревен:

1 — электродвигатель; *2* — муфта и тормоз; *3* — редуктор; *4* — кривошип; *5* — рычаг; *6* — толкатель; *7* — жесткая муфта; *8* — подшипник; *9* — поворотный вал; *10* — ролик; *11* — поворотный рычаг

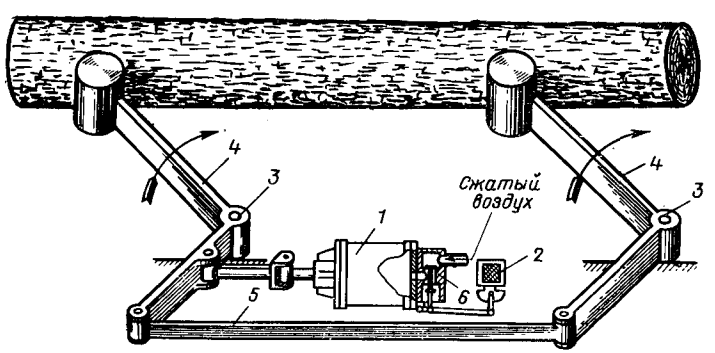


Рис. 96. Сбрасыватель бревен ЦНИИМОД с пневматическим приводом:

1 — пневмоцилиндр; *2* — электромагнит; *3* — штыри; *4* — сбрасывающие рычаги; *5* — поводок; *6* — электропневматический клапан

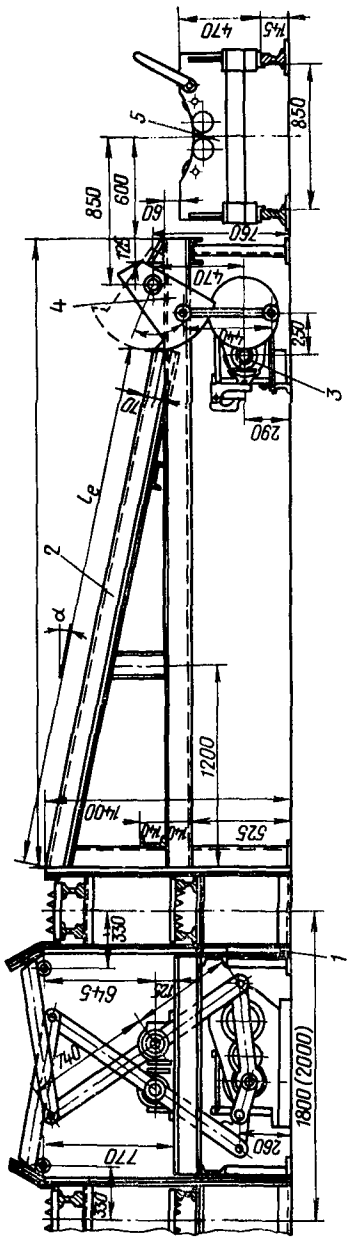


Рис. 97. Гравитационная накопительная (буферная) площадка:
1 — бревнотаска со сбрасывателем бревен; *2* — наклонная плоскость; *3* — привод отсекателя; *4* — отсекатель; *5* — впереди-рамная тележка

электродвигателя и редуктора, выходной вал которого посредством кривошипа и шатуна связан с рычагом, передающим движение через общий вал (поворотный) толкателям. Толкатели упираются в бревно и сталкивают его с бревнотаски. Цикл сбрасывания бревна у сбрасывателя СБР-4-2 составляет 2,6 с. Сбрасыватель работает в полуавтоматическом режиме. Включает его оператор нажимом на кнопку пуска. Кнопочная станция устанавливается на пульте управления *лесопильной рамой*. Работа привода сбрасывателя блокируется с работой привода бревнотаски. Электродвигатель сбрасывателя не может быть включен во время движения цепи бревнотаски.

Для сбрасывания бревен больших диаметров применяется сбрасыватель СБР-5. На рис. 96 показана схема действия сбрасывателя с пневматическим двигателем системы ЦНИИМОД. Он имеет два сбрасывающих рычага, приводимых в движение от поршня пневмоцилиндра и связанных между собой поводком. Сбрасыватель включается в работу посредством трехходового крана или электропневматического клапана, приводимого в действие от электромагнита.

§ 3. ПЛОЩАДКА ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ БРЕВЕН ПЕРЕД БРЕВНОПИЛЬНЫМИ СТАНКАМИ

Сбрасывание бревен с продольных бревнотасок в настоящее время осуществляется или непосредственно на впереди-

рамные тележки, или на накопительные площадки, отведенные для размещения запаса бревен перед головными станками (лесопильными, ленточнопильными и круглопильными). Во всех случаях более выгодно сбрасывать бревна на площадки, а с них перемещать на базирующие средства, подающие бревна в станки для распила. Такие площадки позволяют увеличить коэффициент использования бревнотасок, уменьшить скорости движений цепей, предупредить простой бревнопильного оборудования из-за несвоевременной подачи бревен бревнотаской.

На рис. 97 представлена гравитационная накопительная (буферная) площадка, установленная на лесопильно-деревооб-

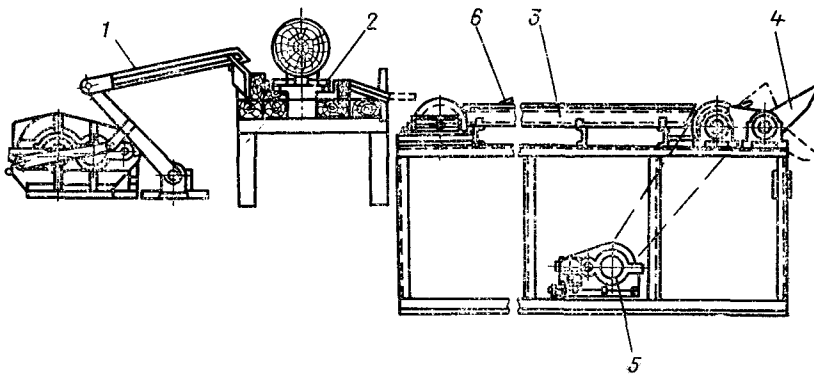


Рис. 98. Накопительная (буферная) площадка с поперечным цепным транспортером:

1 — сбрасыватель бревен с бревнотаски; *2* — бревнотаска; *3* — цепной транспортер; *4* — отсекатель (ритмопитатель) бревен; *5* — привод цепного транспортера; *6* — конечный выключатель

рабатывающем комбинате (ЛДК) имени Ленина. Площадка размещается между бревнотаской и тележкой перед рамой первого ряда. Бревно, дойдя до места автоматического останова (флажка), отводит флажок в положение, при котором бревнотаска выключается и бревно останавливается. После этого станочник включает сбрасыватель, который должен сбросить бревно на буферную площадку, по которой оно скатывается под действием собственной массы. На площадке установлен отсекатель, останавливающий бревна. Отсекатель имеет индивидуальный привод. Для подачи бревна на питательный стол станка станочник включает отсекатель. Последний поворачивается, пропускает одно бревно и удерживает от скатывания остальные находящиеся на площадке бревна. После заполнения площадки станочник выключает бревнотаску.

Перед круглопильными, ленточнопильными и фрезернопильными станками устанавливаются накопительные площадки (питатели) аналогичные приведенной на рис. 98. Такая площадка

представляет собой поперечный цепной транспортер, в конце которого установлен отсекатель с индивидуальным приводом. При поступлении первого бревна транспортер включается и продвигает бревно до упора в отсекатель, продвинув — отключается. С поступлением каждого следующего бревна транспортер включается и перемещается на один шаг. При выдаче первого бревна транспортер включается и работает до тех пор, пока переднее бревно не дойдет до отсекателя. В случае полного заполнения транспортера бревнами на бревнотаске блокируется бревносбрасыватель. Тогда включение и выключение транспортера производится автоматически, с помощью конечных выключателей. Без накопительных площадок фрезерно-пильные и круглопильные станки вообще не могут обеспечить свойственной им производительности.

§ 4. ВПЕРЕДИРАМНЫЕ ТЕЛЕЖКИ И КОНВЕЙЕРЫ У РАМ ПЕРВОГО РЯДА

При распиловке бревен необходимо оборудование для их ориентации по поставу, а также для подачи их к лесопильной раме и базированию в процессе распиловки. Устанавливать бревна для распиловки по поставу следует с учетом особенностей их формы, качества, наличия сучков и других пороков. Это способствует получению наибольшего выхода качественных пиломатериалов. На рис. 99 приведены некоторые примеры установки бревен относительно постава пил. Бревна с метиковыми трещинами при распиловке вразвал устанавливают так, чтобы трещины попадали в одну сердцовую доску или в пропил между центральными досками. При распиловке бревен брусово-развальным способом метиковая трещина должна занимать горизонтальное положение и находиться между центральными досками или в одной сердцовой доске (при раскрое бруса на доски). Бревно с отлупной трещиной или неполной кольцевой гнилью следует устанавливать с расчетом выхода трещины и гнили в одну или две боковые доски, т. е. направлять отлупную трещину или гниль параллельно пропилам. Поэтому вспомогательные средства должны обеспечивать разворот бревен вокруг их оси так, чтобы обеспечить наиболее выгодное для раскроя положение.

Большое значение для выработки пиломатериалов заданных размеров и качества приобретает правильная установка бревен относительно оси постава пил. Для этого вспомогательные средства должны обеспечивать смещение бревен вправо или влево относительно оси постава пил. Неправильная форма бревен (овальность, кривизна, наросты и т. п.) при распиловке может привести к развертыванию их относительно продольной оси и нарушить плоскостность распила. Поэтому

на вспомогательных устройствах требуются механизмы базирования и удерживания бревен, механизмы, которые не позволяли бы бревнам поворачиваться относительно своей оси или уходить в сторону от оси постава. При распиловке бревен на лесопильных рамах для этих целей используют впередирамные тележки и направляющие ножи, установленные позади рам, в сочетании с роликовым транспортером. Иногда тележки впереди рам заменяют разными конвейерными устройствами, которые пока еще не вышли из стадии опытных проверок. Обусловливается это разнообразием в отклонениях формы бревен от правильных геометрических тел и трудностью решения вопросов базирования бревен на конвейерах в процессе распиловки на лесопильных рамах.

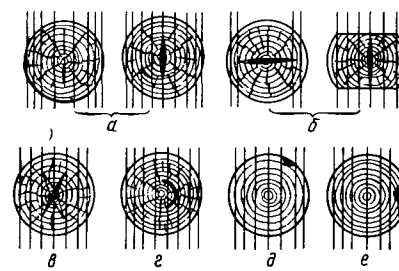


Рис. 99. Схемы распиловок бревен с пороками и дефектами:
а, б, в — с метиком; *г* — с отлупными трещинами; *д, е* — с проростью

Перед лесопильной рамой размещают зажимную и поддерживающую тележки, которые служат опорой для бревна. Установка бревна по поставу и зажим его в положении для распиловки осуществляется зажимной тележкой. Вторая тележка служит для поддержания переднего (по отношению к лесопильной раме) конца бревна. В производстве можно встретить разнообразные конструкции впередирамных зажимных тележек. Широко применяются гидрофицированные самоходные тележки ПРТ8-2 (для рам узкого и среднего просвета) и ПРТ9-2 (для рам широкого просвета). На рис. 100 представлен общий вид гидрофицированной зажимной тележки модели ПРТ8-2. На зажимной тележке установлены два электродвигателя, которые питание получают через гибкий кабель. Один электродвигатель предназначен для привода насоса с целью подачи рабочей жидкости к гидромеханизмам, другой — для привода колес тележки в рабочем и холостом направлениях. Посредством гидромеханизма и клещей обеспечиваются зажим, поворот и смещение бревна, а также подъем клещей на уровень удобный для зажима бревна. Тележка имеет кресло для рамщика. Под сиденьем кресла размещен привод гидросистемы. Управление гидромеханизмом и клещами осуществляется с помощью рукояток-золотников, смонтированных вблизи подлокотников кресла. Привод тележки управляется с помощью ножной педали.

К передней поперечине рамы зажимной тележки шарнирно прикреплен крюк с роликом, с помощью которого происходит автоматическое сцепление и расцепление зажимной тележки с поддерживающей (рис. 101). При приближении зажимной

тележки к лесопильной раме крюк заходит за уголок, прикрепленный к поддерживающей тележке, и соединяет тележки. Тележки в таком состоянии возвращаются в исходное положе-

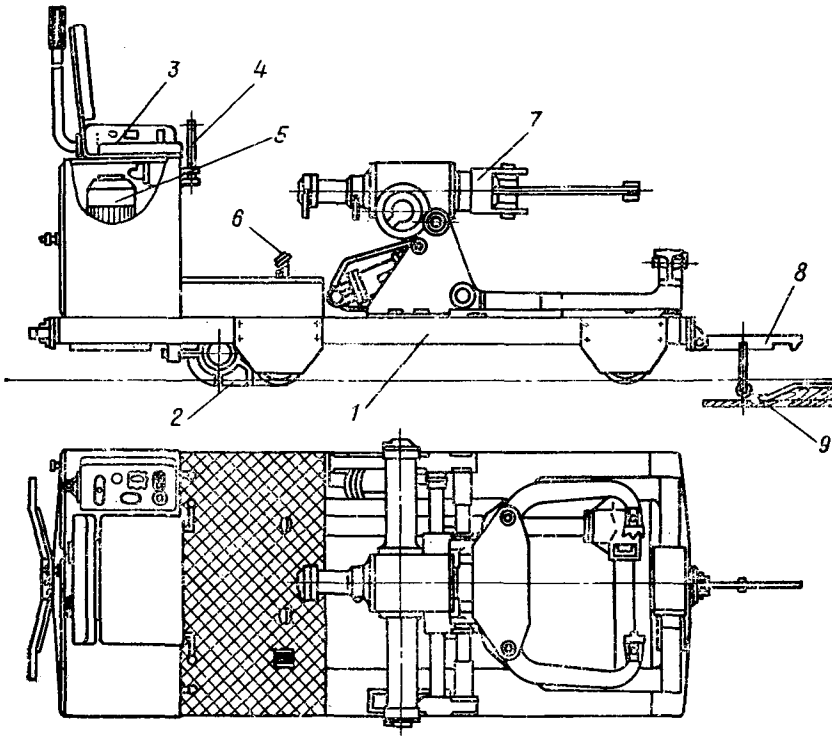


Рис. 100. Гидрофицированная впередирамная тележка ПРТ8-2:
1 — рама; *2* — привод тележки; *3* — кресло; *4* — рукоятки золотников гидромеханизма; *5* — привод гидросистемы; *6* — педаль управления приводом тележки; *7* — гидромеханизм с клещами; *8* — крюк автосцепки; *9* — ролик

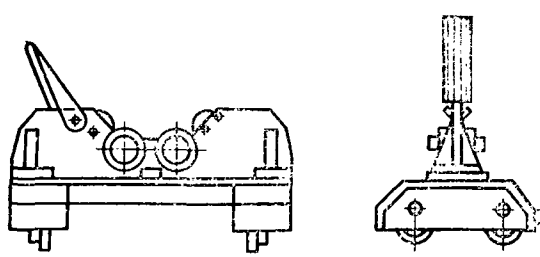


Рис. 101. Поддерживающая тележка

ние для приема бревна. Поддерживающая тележка занимает исходное положение раньше зажимной и поэтому должна быть отделена от последней. На участке, где отделяется поддержива-

ющая тележка, на полу между рельсами, по которым перемещаются тележки, расположена наклонная площадка. Закатившись на площадку, ролик приподнимает крюк и выводит его из сцепления, и тележки расцепляются.

Тележки моделей ПРТ8-2 и ПРТ9-2 имеют большие скорости перемещения (особенно обратного хода), что при интенсивной работе приводит рамщиков к переутомлению. Поэтому были созданы впередирамные тележки моделей ПРТ8-2М и ПРТ9-2М с дистанционным управлением. Управление подготовкой бревна к распиловке на этих тележках осуществляется с пульта. В остальном эти тележки аналогичны тележкам моделей ПРТ8-2 и ПРТ9-2.

Гидрофицированные впередирамные тележки модели ПРТ80 (рис. 102) перемещаются по рельсам с помощью гидродвигателя. Все операции по установке бревна и перемещению тележки производятся с пульта управления. Поворот бревна вокруг оси на этой тележке осуществляется с помощью четырех рифленых роликов *3*, к которым бревно прижимается вальцами *5* из механизма прижима. После поворота бревно фиксируется в выбранном положении с помощью механизма зажима *6*. Механизмы тележки размещаются на платформе *2*, которая может перемещаться относительно рамы *1* тележки, за счет чего обеспечивается боковое смещение бревна при установке его по поставу. Техническая характеристика впередирамных тележек приводится ниже.

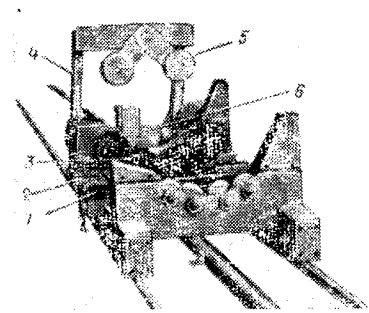


Рис. 102. Гидрофицированная впередирамная тележка ПРТ80:
1 — рама; *2* — подвижная платформа; *3* — рифленые вальцы механизма разворота; *4* — рычаги механизма прижима; *5* — вальцы механизма прижима; *6* — механизм зажима бревна

Впередирамные тележки работают по принципу возвратно-поступательного движения. Цикловое время работы на тележках складывается из затрат времени на отдельные элементарные операции:

$$T_{ц} = t_{сб} + t_{з} + t_{п} + t_{см} + t_{р.\,х} + t_{р} + t_{х.\,х}, \qquad (166)$$

где $t_{сб}$ — время сбрасывания бревна с бревнотаски или накопительной площадки на тележки, с;

$t_{з}$ — время зажима конца бревна, с;

$t_{п}$ — время поворота бревна вокруг оси в положение для распиловки по поставу с учетом пороков, с;

$t_{см}$ — время смещения бревна в сторону, для установки по оси постава, с;

$t_{р.х}$ — время рабочего хода тележки для подачи бревна в вальцы лесопильных рам, с;

$t_р$ — время, затраченное на разжим бревна, с;

$t_{х.х}$ — время холостого пробега тележки в исходное положение для приема нового бревна, с.

Техническая характеристика впередирамных тележек

Наименование показателей	Модель тележек				
	ПРТ8-2	ПРТ8-2М	ПРТ9-2	ПРТ8-2М	ПРТ80
Развод клещей, мм	80—750	80—750	230—1100	230—1100	—
Угол поворота клещей, град	180	180	180	180	—
Поперечное перемещение клещей, мм	135	135	180	180	—
Скорость рабочего хода, м/мин*	58/38	58/38	28	28	60
Скорость обратного хода, м/мин**	116/76	116/76	56	56	—

* В числителе данные для узкопросветного потока, в знаменателе — для среднепросветного потока.

** То же.

В момент захвата бревна подающими вальцами лесопильной рамы поддерживающая тележка освобождается (уровень положения низа бревна на поддерживающей тележке несколько ниже, чем на подающих вальцах лесопильной рамы) и бревно удерживают в положении для распила вальцы и зажимная тележка. Зажимные механизмы тележки, удерживающие бревно, выключаются в момент, когда нераспиленными остаются 1,5—2 м. К этому времени базирование распиливаемого бревна переходит на позадирамные направляющие ножи, которые удерживают бревно в заданном положении. После разжима бревна впередирамная тележка должна возвратиться в исходное положение для приема нового бревна и подачи его на распиловку впритык (торец в торец) к предыдущему бревну. Весь цикл работ на впередирамной тележке должен быть выполнен за время, необходимое для распиловки на лесопильной раме оставшегося недопиленного конца бревна. При несоблюдении этого условия могут возникать межторцовые разрывы.

Время, необходимое для распиловки недопиленного конца на лесопильной раме, можно определить по формуле

$$t_{св.к} = \frac{1000 \cdot 60 l_{св}}{\Delta n} \text{ с}, \qquad (167)$$

где $t_{св.к}$ — время распиловки недопиленного конца бревна, с;

$l_{св}$ — длина недопиленного конца бревна, м;

Δ — расчетная посылка, мм;

n — скорость вращения вала лесопильной рамы, об/мин.

Продолжительность цикла $T_ц$ в действительности не является суммой времени, затраченного на отдельные операции, так как некоторые из них совмещаются по времени; например, поворот и установка бревна по поставу осуществляются во время рабочего хода тележки. Хронометражные наблюдения показывают, что продолжительность цикла впередирамных тележек в значительной степени зависит от квалификации рамщика, характеристики околорамного оборудования и размеров распиливаемого сырья. Для впередирамных тележек в среднем цикловое время составляет 10—15 с.

По данным отдельных исследователей [11, 13], при распиловке бревен на лесопильных рамах модели РД50-3 цикл работ на впередирамных тележках моделей ПРТ8-2М и ПРТ80 может быть доведен до 9 с. Для распиловки бревен на лесопильных рамах без межторцовых разрывов цикловое время оборота тележки должно быть равным или меньшим времени, необходимого для распиловки недопиленного конца бревна. Межторцовые разрывы на лесопильных рамах модели РД50-3 при $n=360$ об/мин и $T_ц=9$ с отсутствует при посылках:

$$\Delta \leqslant \frac{1000 \cdot 60 l_{св}}{T_ц n} 37 \text{ мм}.$$

Максимальная конструктивная посылка на лесопильных рамах модели РД50-3 составляет 60 мм. Реализация таких посылок без образования межторцовых разрывов между бревнами возможна или путем дальнейшего совершенствования бревносбрасывателей и тележек с целью сокращения времени на сброс и подготовку бревна к распиловке, или путем перехода к конвейерной подаче бревен. ЦНИИМОД разработал конструкцию поддерживающе-перехватной тележки модели ПВТ-3, при помощи которой время цикла впередирамных тележек сокращается до 5 с. В отличие от обычной поддерживающей тележки, на поддерживающе-перехватной тележке модели ПВТ-3 устанавливаются клещевой зажим для перехвата бревна и пневмогрузовой привод откатки.

Взаимная работа тележек осуществляется следующим образом. Бревно с бревнотаски или буферной площадки сбрасывается на зажимную и поддерживающе-перехватную тележки, находящиеся в исходном положении. Подача бревна в лесораму осуществляется зажимной тележкой по поддерживающему и направляющему седловидному ролику неподвижной поддерживающе-перехватной тележки. Когда зажимная тележка подойдет к поддерживающе-перехватной и конец бревна длиной около 3,5 м останется недопиленным, клещи поддерживающе-перехватной тележки автоматически зажимают (перехватывают) бревно. Рамщик имеет возможность освободить клещи зажимной тележки и дать команду на ее обратный ход для приема очередного бревна. Поддерживающе-перехватная тележка

сопровождает бревно и автоматически разжимает его, оставляя свободный конец бревна длиной около 1,8 м. Затем она автоматически откатывается в исходное положение и начинается подготовка к распиловке очередного бревна. К этому моменту зажимная тележка успевает откатиться на расстояние длины находящегося на бревнотаске бревна. Следовательно, время обратного хода зажимной тележки перекрывается временем распиловки бревна, зажатого поддерживающе-перехватной тележкой, в результате чего сокращается цикл подготовки бревна к распиловке.

Конвейерные устройства, заменяющие впередирамные зажимные тележки, способные обеспечивать питание лесопиль-

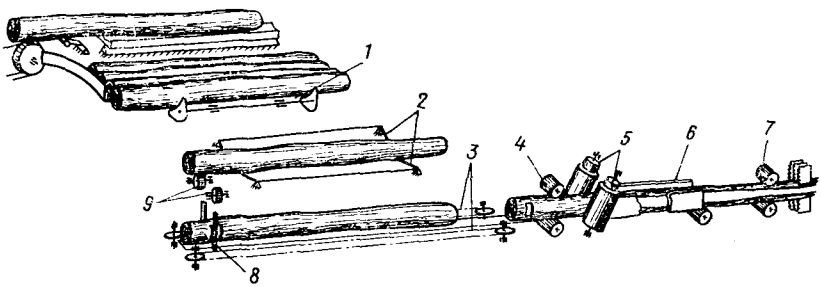


Рис. 103. Схема впередирамного подающего устройства ЦНИИМОД:
1 — накопитель бревен; *2* — рычаги приемного механизма; *3* — цепные транспортеры; *4* — вальцы; *5* — фрезерные головки; *6* — направляющие ножи; *7* — подающие вальцы лесопильной рамы; *8* — траверсы; *9* — фрезы

ных рам без межторцовых разрывов при максимальных посылках, пока еще не получили широкого промышленного применения.

Большое внимание созданию высокопроизводительных впередирамных конвейеров уделяется в Центральном научно-исследовательском институте механической обработки древесины (ЦНИИМОД). Схема одного из разработанных в институте впередирамных подающих устройств конвейерного типа представлена на рис. 103. Такое устройство может применяться для подачи бревен как в узкопросветные лесопильные рамы, так и в круглопильные и ленточнопильные станки. Это устройство состоит из механизмов приема, поворота, базирования и подачи бревна на распиловку, а также из узлов для нанесения на бревно технологических баз. Загрузка конвейерного устройства производится из накопителя *1*, где бревна выравниваются по комлевому торцу. Бревно сбрасывается на рычаги *2* приемного механизма (в исходном положении эти рычаги располагаются под некоторым углом), и его комлевой конец зажимается роликами механизма поворота (на рис. 103 механизм поворота не показан). Рамщик-оператор оценивает бревна и, если необ-

ходимо, дает команду на поворот и поперечное смещение бревна. После этого по команде оператора механизм поворота бревна опускается, а рычаги *2* раскрываются и бревно передается в механизм подачи конвейерного устройства. При опускании бревно проходит между фрезерными головками *9*, которые формируют в комлевой части бревна две боковые плоскости для установки траверс *8* цепных транспортеров *3* механизма подачи. После опускания бревна оператор подает команду на сцепление траверс с цепями транспортеров, а затем на включение последних (в это время рычаги приемного механизма возвращаются в исходное положение и совершается сброс следующего бревна с накопителя). Сначала транспортеры имеют скорость, которая позволяет подготавливаемому к распиловке бревну догнать предыдущее бревно, находящееся в распиловке. Как только очередное бревно встает в торец к распиливаемому бревну, транспортеры переключаются на привод от механизма подачи лесопильной рамы. Траверсы с бревном проходят путь равный примерно 4 м. Затем траверсы отключаются от цепей транспортеров подающего механизма и дальнейшее продвижение бревна осуществляется вальцами *4*. При прохождении бревна между фрезами *5* на его боковых поверхностях создаются параллельные вертикальные базовые плоскости, которыми бревно опирается в дальнейшем на ножи *6* направляющего аппарата. Снятые фрезами боковые части бревна превращаются в технологическую щепу.

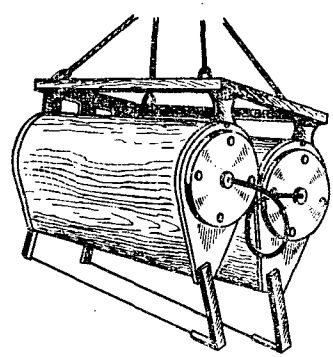


Рис. 104. Общий вид светотеневого аппарата ПРД12-2

§ 5. СВЕТОТЕНЕВЫЕ АППАРАТЫ

Для облегчения установки бревен по поставу на впередирамных тележках применяют светотеневые аппараты, которые могут бросать на поверхность бревна тени или световые полосы, соответствующие линиям пропила крайними пилами или оси постава.

На рис. 104 показан светотеневой аппарат модели ПРД12-2, который выпускается заводом «Северный коммунар». Аппарат состоит из двух металлических кожухов. Внутри каждого кожуха помещена софитная лампа накаливания мощностью 1000 Вт. В нижней части кожухов по всей длине имеются щели шириной 5 мм. Под щелями протянуты шнуры, от которых на поверхности бревна получаются параллельные теневые линии. Расстояние между щелями и шнурами можно изменять и благодаря этому получать на плоскости проекции расстояния

между теневыми линиями от 0 до 650 мм. Светотеневой аппарат подвешивается к перекрытию цеха над тележками так, чтобы расстояние от пола до теневых шнуров аппарата было 2—2,2 м.

Светотеневые аппараты используют также при распиловке брусьев на доски, при обрезке и раскрое досок на обрезных станках. При распиловке неокоренных бревен на темной поверхности лучше прослеживаются световые полосы, а при распиловке окоренных бревен, брусьев и досок заметнее теневые полосы.

§ 6. НАПРАВЛЯЮЩИЕ АППАРАТЫ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Назначение направляющих аппаратов состоит в удержании бревен от поворота вокруг оси в процессе распиловки. В современных конструкциях лесопильных рам направляющие аппараты монтируют непосредственно на задних воротах рамы против пил. Направляющий аппарат состоит из двух заостренных металлических пластин — расклинивающих ножей, установленных параллельно один к другому, и суппортов, в которых эти ножи закреплены. Суппорты в соответствии с требуемым изменением расстояния между ножами перемещаются при помощи ходовых винтов.

В лесопильных рамах старых конструкций расклинивающие ножи отсутствуют, поэтому разнообразные направляющие аппараты приходится устанавливать на полу, за рамой. Навесные направляющие ножи имеют существенное преимущество. Они освобождают за рамой место для люка, который используется для удаления коротких горбылей.

Расклинивающие ножи устанавливают симметрично по поставу. При распиловке с брусовкой ножи устанавливают против пропилов, формирующих брус, а при распиловке вразвал — против пропилов между основной частью постава и боковыми досками. После выхода бревна из пил ножи попадают в соответствующие пропилы и удерживают бревна от поворота вокруг оси, обеспечивая тем самым прямолинейность пропилов.

§ 7. РОЛЬГАНГИ ЗА ЛЕСОПИЛЬНЫМИ РАМАМИ ПЕРВОГО РЯДА

При распиловке бревен с брусовкой продукцию лесопильной рамы составляют брусья и доски. Брусья от рамы первого ряда обычно передаются на раму второго ряда или многопильный круглопильный станок, расположенные в шахматном порядке по отношению к раме первого ряда. Необрезные доски передают на обрезной или какой-либо другой станок. Вследствие этого поток требуется разделять на два ручья: один ручей — брусья, другой — необрезные доски, следовательно, транспортировать и сбрасывать их нужно на разные смежные участки. Это делают

с помощью транспортных средств с встроенными разделительными устройствами и брусоперекладчиками.

В качестве транспортных средств применяются приводные роликовые транспортеры — рольганги. В настоящее время большинство современных лесопильных цехов оснащено рольгангами моделей ПРД21-2, ПРД1-5 и ПРД30-1 соответственно в узко-, средне- и широкопросветных потоках. Все эти рольганги по своему конструктивному решению и принципу действия аналогичны один другому и отличаются лишь размерами и мощностью приводов. Рольганги состоят из двух секций (рис. 105). Первая секция предназначена для транспортировки досок и

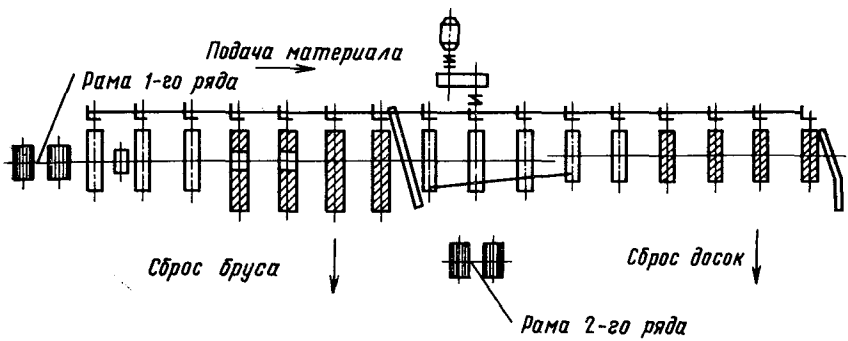


Рис. 105. Схема рольганга моделей ПРД21-1, ПРД1-5 и ПРД30-1

бруса, отделения последнего от необрезных досок и поперечного смещения его в сторону оси рамы второго ряда на брусоперекладчик. В этой секции объединены шесть гладких роликов, три из которых расположены в начале и три — в конце секции, два ролика комбинированных и два винтовых. В отличие от гладкого ролика на поверхности винтового ролика приварена свитая из уголка спираль. В конце первой секции установлен упор. С помощью винта упор поднимается над роликами на высоту, позволяющую остановить брус (при распиловке бревен развальным способом упор должен обеспечивать свободный проход под ним всех досок). В начале первой секции расположен короткий неприводной опорный ролик. Ролик устанавливается на 5 мм выше других роликов рольганга и предназначается для поддерживания бруса.

Вторая секция рольганга предназначена для транспортировки и сброса необрезных досок и длинных горбылей, и состоит из двух гладких и четырех винтовых роликов. В конце этой секции установлен упор; дойдя до этого упора, доски винтовой нарезкой смещаются вбок и рольганг разгружается. Ролики приводятся в движение от общего привода через систему конических передач. Для обеспечения более спокойного поступления

пиломатериалов при монтаже рольганга верхний уровень роликов располагают ниже верхнего уровня нижних вальцов лесопильной рамы на 40 мм.

Необрезные доски и брусья движутся на рольганге раздельно. Из направляющих ножей брус после распиловки выталкивается следующим бревном, т. е. движется замедленно, со скоростью распиловки следующего бревна. Необрезные доски после выхода из лесопильной рамы попадают на роликовый транспортер и движутся с большей скоростью, чем брусья. Рекомендуется устанавливать такую скорость роликового транспортера [34], чтобы необрезные доски выходили за пределы бруса до момента его выхода из направляющих ножей, т. е. соблюдалось следующее условие:

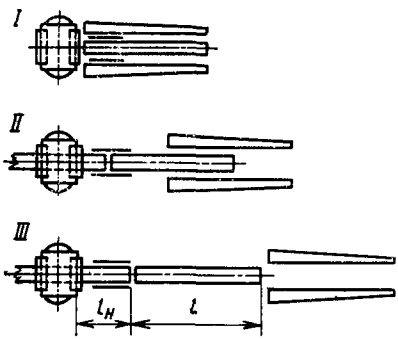


Рис. 106. Схема к расчету скорости рольганга за рамой первого ряда:
I — окончание распиловки бревна; *II* — продвижение бруса в направляющем аппарате со скоростью распиловки, транспортировка досок и горбылей рольгангом; *III* — выход бруса из направляющего аппарата, транспортировка досок и горбылей из зоны поступления бруса

$$t_2 \leqslant t_1, \qquad (168)$$

где t_1 — время движения бруса в направляющих ножах лесопильной рамы, с;

t_2 — время удаления необрезных досок рольгангом, с.

На рис. 106 приведена схема последовательных положений бруса и досок на рольганге после распиловки бревна. Согласно этой схеме предыдущее уравнение можно записать в следующем виде:

$$\frac{l + l_н}{v_1'} \leqslant \frac{l_н}{u_1}, \qquad (169)$$

где l — максимальная длина бруса, м;

$l_н$ — длина направляющих ножей, м;

v_1' — скорость рольганга, м/с;

u_1 — скорость распиловки бревна, м/мин.

После преобразований формула для определения скорости рольганга будет иметь следующий вид:

$$v_1' \geqslant \frac{\Delta_{max} n (l + l_н)}{60 \cdot 1000} \text{ м/с}, \qquad (170)$$

где Δ_{max} — максимальная посылка, мм;

n — скорость вращения вала лесопильной рамы, об/мин.

Установление указанной скорости рольганга необходимо во избежание сброса с транспортеров необрезных досок вместе

с брусом. Однако для обеспечения нормальной работы рольганга этого недостаточно. Брус после выхода из направляющих ножей движется до упора со скоростью рольганга. Так как скорость рольганга больше скорости распиловки бревна в лесопильной раме, то между брусом на рольганге и следующим за ним брусом в направляющих ножах образуется некоторый разрыв (рис. 107). Следовательно, время t_3, за которое брус, находящийся в направляющих ножах, пройдет путь X_1, и время t_4, за которое брус на рольганге пройдет путь X, должны быть связаны соотношением

$$t_3 \geqslant t_4. \qquad (171)$$

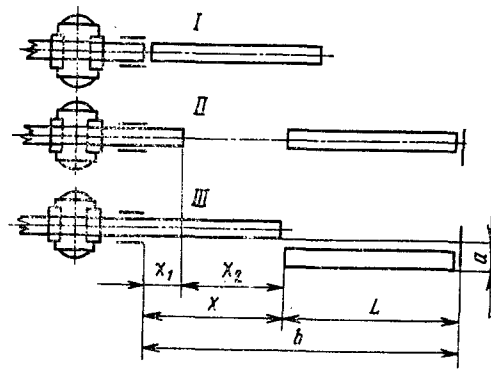


Рис. 107. Схема к расчету скорости брусоперекладчика:
I — выход бруса из направляющего аппарата; *II* — продвижение бруса по рольгангу до упорного щита; *III* — поперечное смещение бруса перекладчиком

За время t_5, в течение которого брус, находящийся в направляющих ножах, будет проходить путь равный образовавшемуся разрыву, должно произойти поперечное смещение находящегося на рольганге бруса. В противном случае находящийся в направляющих ножах брус догонит его и затруднит смещение. Если время поперечного смещения бруса обозначить t_6, то это позволит записать следующее неравенство:

$$t_5 \geqslant t_6. \qquad (172)$$

После сложения левых и правых частей неравенств (171) и (172) и проведения некоторых преобразований можно получить формулу для определения скорости рольганга, при которой исключаются удары торца в торец между двумя последовательно выходящими из лесопильной рамы брусьями:

$$v_1'' = \frac{(b-l)\,v_п' u_1}{(b-l)\,v_п' - a u_1} \text{ м/с}, \qquad (173)$$

где b — расстояние от ножей до упора, м;

l — длина бруса, м;

$v_п'$ — скорость поперечного перемещения бруса, м/с (см. главу 9, § 8);

$u_1 = \frac{\Delta_{max} n}{60 \cdot 1000}$ — скорость распиловки бревна, м/с;

a — максимальная величина поперечного перемещения бруса относительно оси постава, м.

Величину a рекомендуется определять из следующей зависимости:

$$a = 1{,}2d + l \text{ см},$$

где d — диаметр бревна, см;

l — длина бревна, м.

При определении скорости рольганга из двух расчетных ее значений v_1' и v_1'' принимается наибольшее. Расчеты [34] пока-

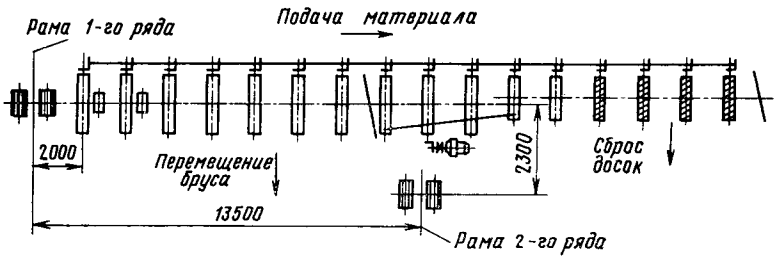


Рис. 108. Схема рольгангов модели ПРД22 и ПРД26-А (ПРД80)

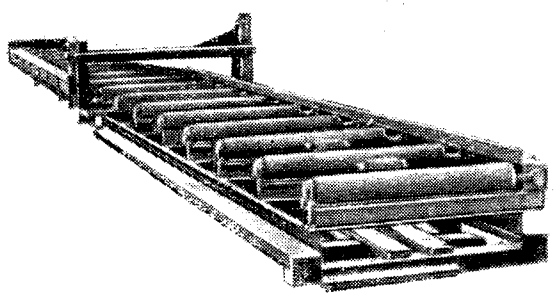


Рис. 109. Общий вид рольганга ПРД26-А (ПРД80)

зали, что у выпускаемых в настоящее время рольгангов v_1' значительно больше v_1''.

В связи с освоением новой гаммы лесопильных рам, Вологодский завод деревообрабатывающих станков «Северный коммунар» выпускает новую серию рольгангов для установки за рамами первого ряда узкого, среднего и широкого просветов — соответственно моделям ПРД22, ПРД26-А и ПРД30-2. Схема этих рольгангов представлена на рис. 108, а общий вид рольганга для лесопильной рамы среднего просвета показан на рис. 109.

Первая секция рольганга предназначена для транспортировки выпиленных на лесопильной раме пиломатериалов и отделения бруса от необрезных досок. Эта секция состоит из десяти гладких приводных роликов и двух коротких неприводных роликов, назначение которых поддерживание бруса. Съем бруса с первой секции автоматически осуществляется брусоперекладчиком. Последний включается при подходе бруса к упору. Вторая секция, предназначенная для транспортировки и сброса необрезных досок и длинных горбылей, состоит из двух гладких и четырех винтовых роликов с упором.

Завод выпускает рольганги с четырьмя способами сброса бруса и досок; 1) сброс бруса вправо, а досок налево; 2) сброс бруса налево, а досок направо; 3) сброс бруса и досок направо; 4) сброс бруса и досок налево. Ниже приводится техническая характеристика рольгангов, устанавливаемых за лесопильными рамами первого ряда.

Техническая характеристика рольгангов за лесопильными рамами первого ряда

Наименование показателей	Модель рольгангов				
	ПРД21-1	ПРД1-5	ПРД30-1	ПРД22	ПРД26-А
Диаметр роликов, мм	219	219	219	219	219
Длина роликов, мм:					
длинных	1300	1650	2300	1400	1800
коротких	800	800	2000	800	800
Общее число роликов	16	16	16	16	16
Расстояние между роликами	1450	1450	1450	1450	1450
Шаг винтовой линии на роликах, мм	80	80	80	80	80
Окружная скорость роликов, м/с	1,6	1,6	0,83	2,12	1,59
Мощность электродвигателя, кВт	5,5	5,5	7,5	4,0	4,0
Габарит, мм:					
длина	23 500	23 500	23 500	23 680	23 680
ширина	2 952	3 232	4 432	2 460	2 930
высота	1 460	1 465	1 510	1 460	1 540
Масса рольганга, кг	2 946	3 116	3 976	4 351	5 224

§ 8. МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БРУСА

Поперечное перемещение бруса от рольганга за рамой первого ряда к вспомогательным и транспортным устройствам перед рамой второго ряда осуществляется специальными транспортными механизмами — брусоперекладчиками. Наибольшее распространение получили цепные брусоперекладчики. Они бывают одно- и двухсекционными. В лесопильных цехах приме-

няются цепные брусоперекладчики, которые выпускались в разное время и конструктивно отличаются один от другого.

На некоторых небольших, недостаточно механизированных лесопильных заводах передача бруса от рамы первого ряда к раме второго ряда осуществляется по роликовым шинам. Схема роликовой шины дана на рис. 110. Для передачи бруса устанавливают параллельно три-четыре роликовые шины с уклоном в сторону перемещения бруса не менее 2°. Перемещение бруса по роликовым шинам производит вручную один или два рабочих, затрачивая на это значительные усилия. Промышленностью выпускался и односекционный брусоперекладчик модели ПРД2-2 для лесопильных потоков с рамами узкого и среднего просветов. Кинематическая схема этого брусоперекладчика приведена на рис. 111. Брусоперекладчик данной модели представляет собой короткий поперечный транспортер, состоящий из трех цепей. Цепи проходят в направляющих, которые могут подниматься и опускаться при повороте общего для трех цепей вала. Ход направляющих по вертикали составляет 20 мм. Этот односекционный брусоперекладчик устанавливается в потоках, где за рамой первого ряда используются рольганги типа ПРД21-1 или ПРД1-5; на брусоперекладчик брусья поступают с винтовых роликов.

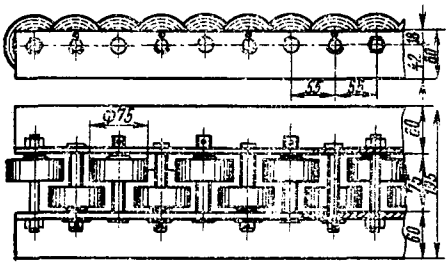


Рис. 110. Схема роликовой шины

При включении брусоперекладчика одновременно поднимаются направляющие и цепи приходят в движение. Находящийся на цепях брус поднимается и передвигается к рольгангу перед рамой второго ряда. Когда брус окажется над роликами рольганга, рамщик выключает электродвигатель брусоперекладчика. Направляющие под тяжестью бруса опускаются, и брус укладывается на ролики рольганга перед рамой второго ряда. Брусоперекладчик управляется с пульта управления рольгангом перед рамой второго ряда. Он выпускается в двух исполнениях: одно для перемещения бруса влево, другое — вправо.

Для создания страхового запаса перед рамами второго ряда между винтовыми роликами рольганга за рамой первого ряда и односекционным цепным брусоперекладчиком могут устанавливаться накопители в виде комплекта роликовых шин. Одна из последних моделей брусоперекладчика, выпускаемого промышленностью для потоков с рамами узкого и среднего просветов,— модель ПРД2-3А (БрП80). Это двухсекционный брусоперекладчик. Каждая из его секций представляет собой попереч-

ный трехцепной транспортер. Первая секция служит для съема брусьев с рольганга за рамой первого ряда (модели ПРД22 или ПРД26-А), вторая — для поштучной передачи их на рольганг

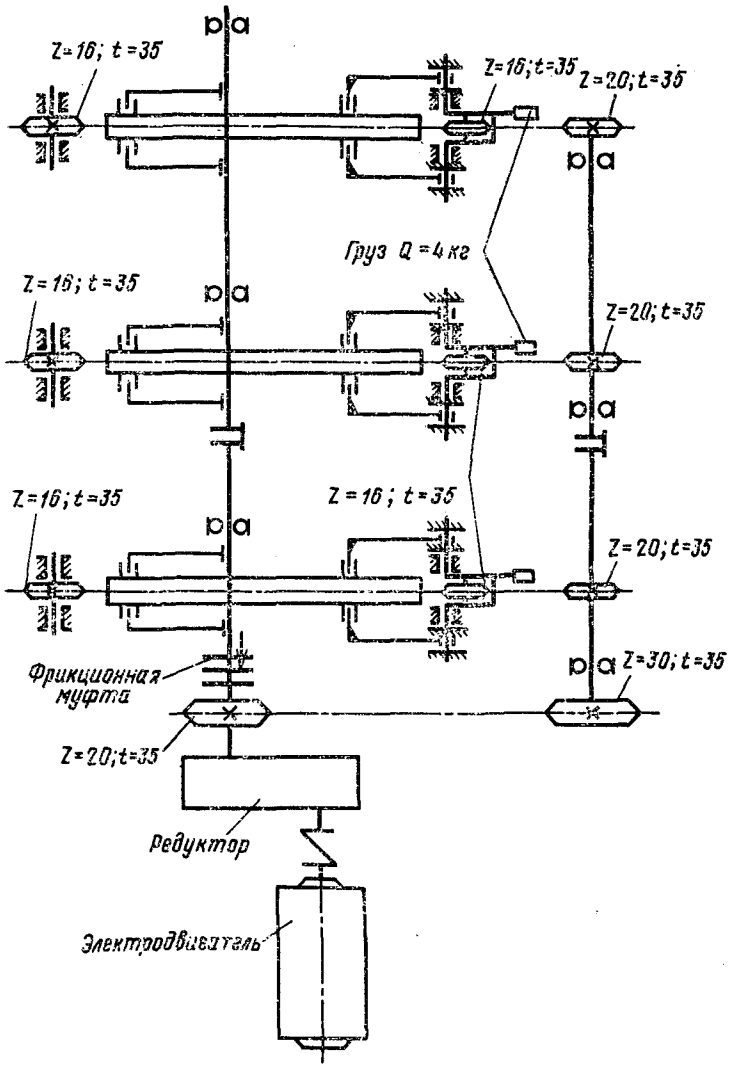


Рис. 111. Кинематическая схема брусоперекладчика ПРД2-2

перед рамой второго ряда. Между секциями этого брусоперекладчика размещается накопитель из четырех роликовых шин, который позволяет разместить два-три бруса.

Кинематическая схема данного брусоперекладчика приведена на рис. 112, а его общий вид — на рис. 113. Транспортеры

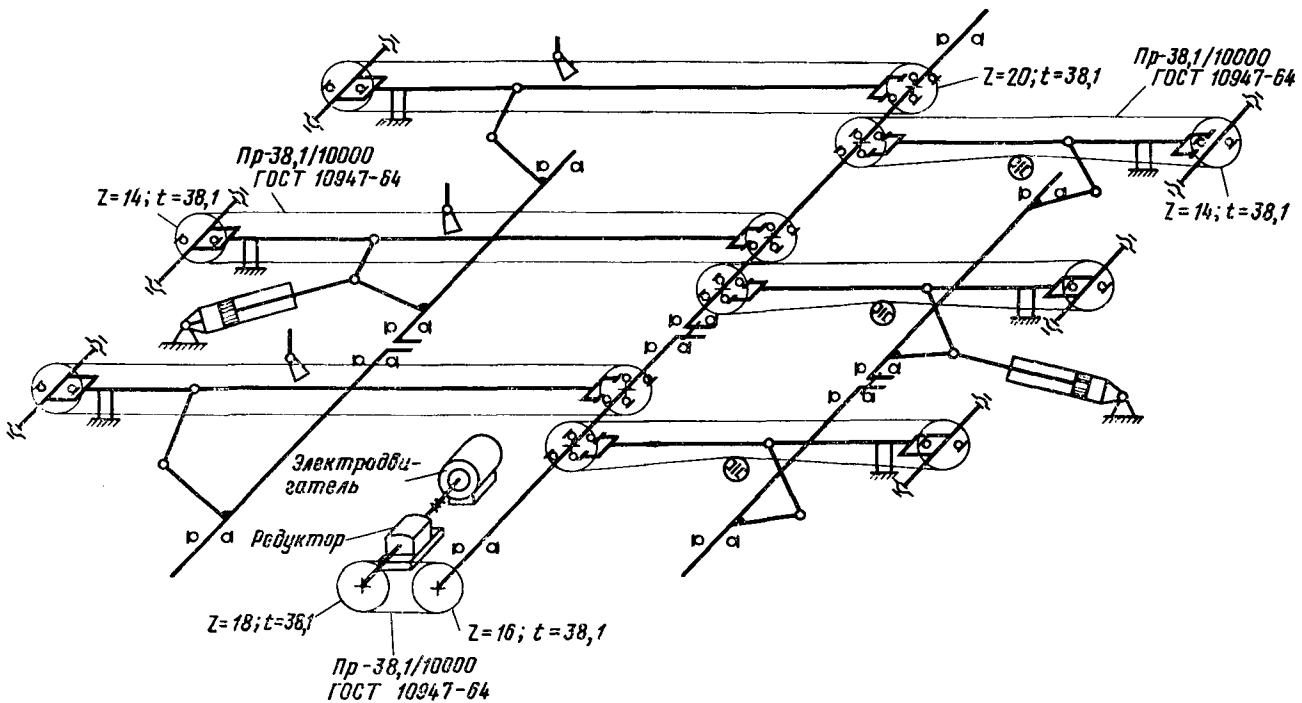


Рис. 112. Кинематическая схема брусоперекладчика ПРД2-3А

обеих секций имеют общий приводной вал. На этом же валу, на подшипниках установлен один конец направляющих цепей. Направляющие цепей первой (съемной) секции могут подниматься выше уровня роликов рольганга за рамой первого ряда (при помощи гидроцилиндра и системы из общего поворотного вала и рычагов). В поднятом состоянии цепи снимают брус с роликов и передают его на накопитель. При подъеме направляющих второй (загрузочной) секции происходит съем бруса с накопителя и передача его на ролики рольганга перед рамой второго ряда.

Электрическая схема управления предусматривает работу брусоперекладчика в автоматическом режиме. Когда брус нажи-

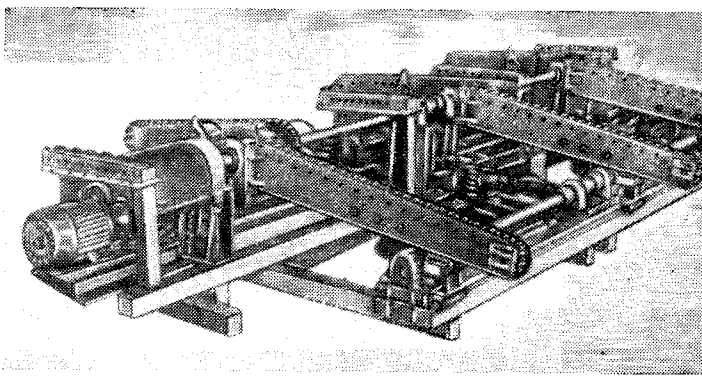


Рис. 113. Общий вид брусоперекладчика ПРД2-3А (БрП80)

мает на упор рольганга за рамой первого ряда, срабатывает конечный выключатель и электрическая схема управления брусоперекладчиком обеспечивает подъем направляющих съемной секции, цепи которой перемещают брус на накопитель. Спустя некоторое время после подъема направляющих, достаточное для передачи бруса на накопитель, съемная секция возвращается в исходное положение (опусканием направляющих управляет реле времени). С накопителя брус автоматически выдается по команде, исходящей из схемы управления рольгангом перед рамой второго ряда. Эта секция брусоперекладчика может работать и в ручном режиме по команде рамщика-оператора, обслуживающего раму второго ряда (нажатием педали управления).

Скорость перемещения брусьев брусоперекладчиком должна обеспечивать своевременный съем бруса с рольганга за рамой первого ряда и подачу бруса на рольганг перед рамой второго ряда.

Были получены неравенства (171) и (172), которые обеспечивали нормальные условия для съема бруса с рольганга за

рамой первого ряда, на основании которых можно получить для скорости поперечного перемещения бруса следующую формулу:

$$v_{\text{п}}' \geqslant \frac{av_1u_1}{(b-l)(v_1-u_1)} \text{ м/с}, \qquad (174)$$

где v_1 — скорость рольганга за рамой первого ряда, м/с;
u_1 — скорости распиловки бревен на раме первого ряда, м/с;
b, l, a — см. формулу (173).

Определение скорости брусоперекладчика, обеспечивающей своевременную подачу бруса к раме второго ряда, рассматривается в следующем параграфе. Ниже приводится характеристика брусоперекладчиков последних моделей.

Техническая характеристика брусоперекладчиков некоторых последних моделей

Наименование показателей	Модели	
	ПРД2-2	ПРТ2-3А (БрП80)
Длина перекладываемого бруса, м	—	3,0—7,5
Толщина перекладываемого бруса, мм	100—300	80—400
Скорость перемещения бруса, м/с	0,27	0,34
Расстояние между цепями, мм	1450	—
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	3,0
Габарит, мм:		
длина	2000	3053
ширина	4180	5590
высота	500	603
Масса, кг	1067	2310

§ 9. РОЛЬГАНГИ ДЛЯ ПОДАЧИ БРУСА В ЛЕСОПИЛЬНУЮ РАМУ ВТОРОГО РЯДА

Двухкантные брусья с правильными пластями подают в лесопильные рамы второго ряда на различных роликовых транспортерах. Некоторое распространение (на небольших лесопильных заводах) имеют роликовые транспортеры модели ПРД-4 (рис. 114), состоящие из пяти гладких неприводных роликов и одного приводного поворотного ролика, предназначенного для установки переднего конца бруса по поставу. Поворотный ролик показан на рис. 115, *а*. Этот ролик может поворачиваться от рукоятки вокруг вертикальной оси на угол до 30° и при повороте подниматься по направляющим на 8 мм. Поставив ролик косо по отношению к продольной оси рольганга, можно переместить передний конец бруса и установить его по поставу. Поворотный ролик получает движение от цепной передачи и делает 37 об/мин. Для ориентации переднего конца бруса по поставу используют также другой центрирующий механизм, показанный

на рис. 115, *б*. Он состоит из трех роликов, смонтированных на подставке, прикрепленной к полу. Средний ролик вращается вокруг горизонтальной оси, закрепленной на подставке. Он имеет кольцевые рифли, предназначенные для торможения бруса во время установки и для предупреждения его бокового смещения при распиловке. Два крайних ролика закреплены на качающемся коромысле. Они имеют разнонаправленную винтовую нарезку (на одном — правую, на другом — левую) и приводятся в движение от звездочки посредством цепной передачи через ко-

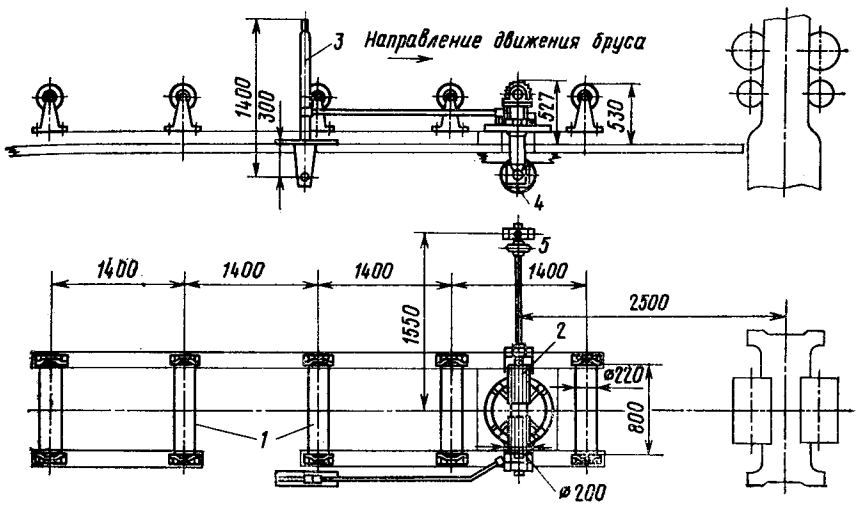


Рис. 114. Роликовый транспортер перед лесопильной рамой 2-го ряда:
1 — неприводные ролики; *2* — приводной ролик; *3* — рукоятка; *4* — цепь; *5* — звездочка

ромысло, тягу и рычаг управления. Один ролик можно опустить, а второй поднять, обеспечив тем самым опускание одного и подъем второго винтового ролика выше уровня среднего ролика, приподнять брус и винтовой нарезкой ролика сместить его в нужное положение для распиловки. Установка рукоятки в среднее (вертикальное) положение возвращает винтовые ролики в исходное положение, ниже уровня среднего ролика, а поворот вправо или влево обеспечивает подъем соответствующего ролика.

Продольное перемещение бруса по рольгангу на поворотный ролик осуществляют вручную, одновременно с этим также вручную центрируют и задний конец бруса. Кроме этого, в начале распиловки бруса, до того как он попадает на вторую пару подающих вальцов рамы, брус вибрирует, и рамщику приходится его поддерживать руками, затрачивая на это дополнительные физические усилия.

Решению комплекса вопросов по перемещению, автоматической подаче и установке бруса по поставу, а также фиксированию его в процессе распиловки в последнее время было уделено много внимания, что и привело к созданию ряда рольгангов с манипуляторами для центрирования и установки бруса по поставу. Впередирамные рольганги ПРД24 для лесопильных рам

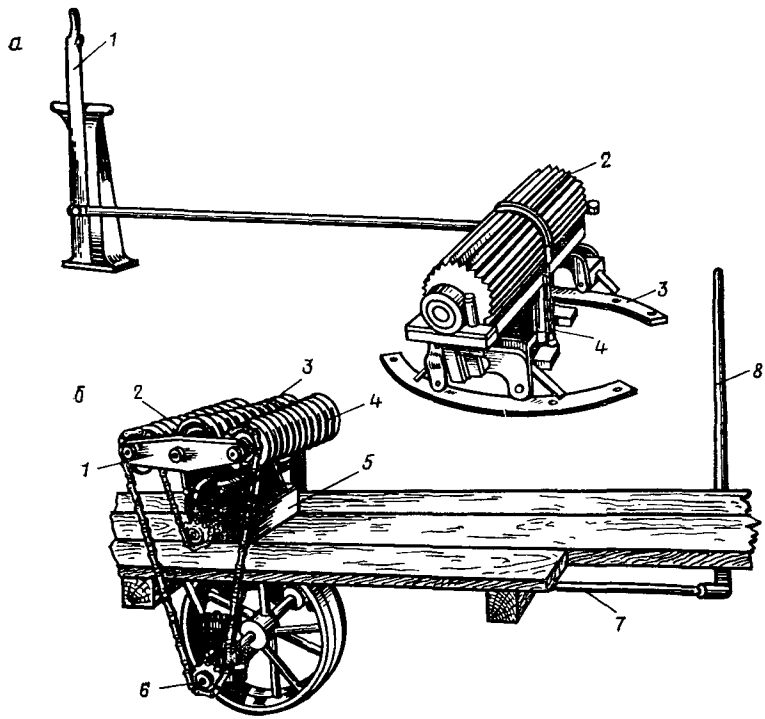


Рис. 115. Механизм для центрирования бруса по поставу:
а — механизм с одним роликом: *1* — рукоятка управления; *2* — поворотный ролик; *3* — направляющие; *4* — цепная передача; *б* — механизм с тремя роликами: *1* — коромысло; *2* и *4* — крайние ролики; *3* — средний ролик; *5* — подставка; *6* — приводная звездочка; *7* — тяга; *8* — рычаг управления

узкого и среднего просветов и ПРД34-1 для лесопильных рам широкого просвета механизируют процесс подачи бруса в лесопильную раму и устраняют необходимость затрат физического труда рамщика.

Рольганг ПРД24 (рис. 116) состоит из четырех неприводных роликов, прижимного ролика, под которым находится подающий ролик, двух клещей-манипуляторов для ориентации бруса по поставу. Привод подающего ролика осуществляется от электродвигателя через редуктор. Прижимный ролик с вертикальным перемещением от гидроцилиндра монтируют консольно на

Г-образной металлоконструкции. Клещи-манипуляторы расположены ниже уровня роликов. Губки клещей несут пальцы, возвышающиеся над уровнем рольганга на 50 мм. Пальцы клещей со стороны подачи материала выполняются откидными.

Управление рольгангом — дистанционное электрогидравлическое и осуществляется с пульта управления посредством выводных кнопок. Работа на рольганге выполняется в следующем порядке: нажимом на кнопки включается в работу подающая секция брусоперекладчика, который переносит брус на ролики устройства; при помощи клещей-манипуляторов брус зажи-

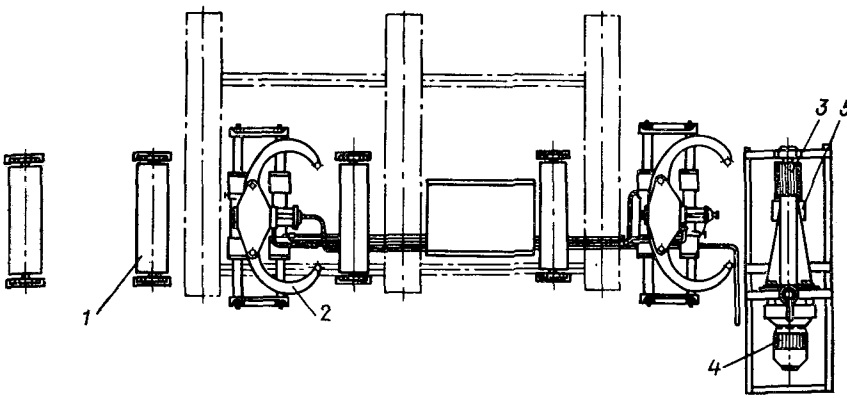


Рис. 116. Рольганг перед рамой второго ряда ПРД24:
1 — неприводной ролик; *2* — клещи-манипуляторы; *3* — подающий ролик; *4* — электродвигатель; *5* — прижимной ролик

мается и устанавливается по поставу. При распиловке кривых брусьев клещи по команде оператора могут смещаться в поперечном направлении относительно продольной оси рольганга. Брусья правильной формы устанавливаются по поставу автоматически, после чего включается прижимной ролик, который сблокирован с манипулятором таким образом, что при включении на прижим клещи-манипуляторы автоматически разжимаются. После прижима включается приводной ролик, который подает брус в вальцы лесопильной рамы. Подающий ролик также сблокирован с манипулятором, и его включение возможно только в том случае, если клещи-манипуляторы уже разжаты. При выходе предыдущего бруса прижимной ролик автоматически поднимается и фиксируется в верхнем регулируемом положении до нажатия кнопки на новый прижим. Скорость подачи подающего ролика равна 32 м/мин (в среднепросветных потоках). Это обеспечивает распиловку брусьев без межторцовых разрывов. В рольганге марки ПРД24 при полной механизации работ по подаче бруса в распиловку рамщик осматривает каждый брус и управляет распиловкой кривых брусьев.

Рольганг ПРД24-2А предназначен для центрирования и подачи брусьев на распиловку в лесопильных потоках с рамами узкого и среднего просветов. В отличие от рольганга марки ПРД24, рольганг марки ПРД24-2А (рис. 117) имеет три манипулятора клещевого типа с индивидуальной гидросистемой. Они установлены на расстоянии 1500 и 2000 мм один от другого. Манипуляторы не имеют поперечного перемещения. Расстановка манипуляторов позволяет ориентировать кривые брусья по поставу без поперечного смещения, что не приводит к значительным потерям в выходе пиломатериалов. Отказ от поперечного перемещения манипуляторов при установке бруса позволил несколько упростить конструкцию последних и сократить затраты времени на эту операцию при работе рольганга. Брус зажимается двумя манипуляторами. В зависимости от длины бруса (которая контролируется соответствующими датчиками) включаются следующие манипуляторы: при длинном брусе крайние, при коротком передние.

Рольганг может работать в двух режимах: наладочном и автоматическом (в наладочном возможно опробование каждого механизма рольганга в отдельности). Управление — электрогидравлическое, осуществляется дистанционно, с пульта. В рольганге модели ПРД24-2А производится автоматический контроль толщины бруса. Если толщина бруса находится в пределах допусков ГОСТа, то на пульте горит зеленая лампочка. В случае, когда толщина бруса выходит за пределы допусков, на пульте загорается красная лампочка и звонит звонок.

Подача брусьев в раму второго ряда без межторцовых разрывов будет обеспечена при соблюдении следующего условия:

$$t_6 \geqslant t_3 + t_4 + t_5, \qquad (175)$$

где t_3 — время транспортирования бруса с накопительных шин брусоперекладчика на рольганг перед рамой второго ряда, с;

t_4 — максимальное вспомогательное время, затрачиваемое на центрирование и прижим бруса, включение рольганга и т. д., с;

t_5 — время на подачу бруса в раму, с;

t_6 — время распиловки свободного конца бруса (после его выхода из прижимного устройства), с.

Для определения соответствующей выдвинутому условию скорости брусоперекладчика можно воспользоваться приведенной на рис. 118 расчетной схемой и, с учетом принятых на рисунке обозначений, записать выражение (175) в следующем виде:

$$\frac{l_1}{u_2} \geqslant \frac{l_2}{v_п} + t_4 + \frac{l_3}{v_2}, \qquad (176)$$

где l_1 — расстояние между осями прижимного устройства и подающего вальца рамы второго ряда, м;

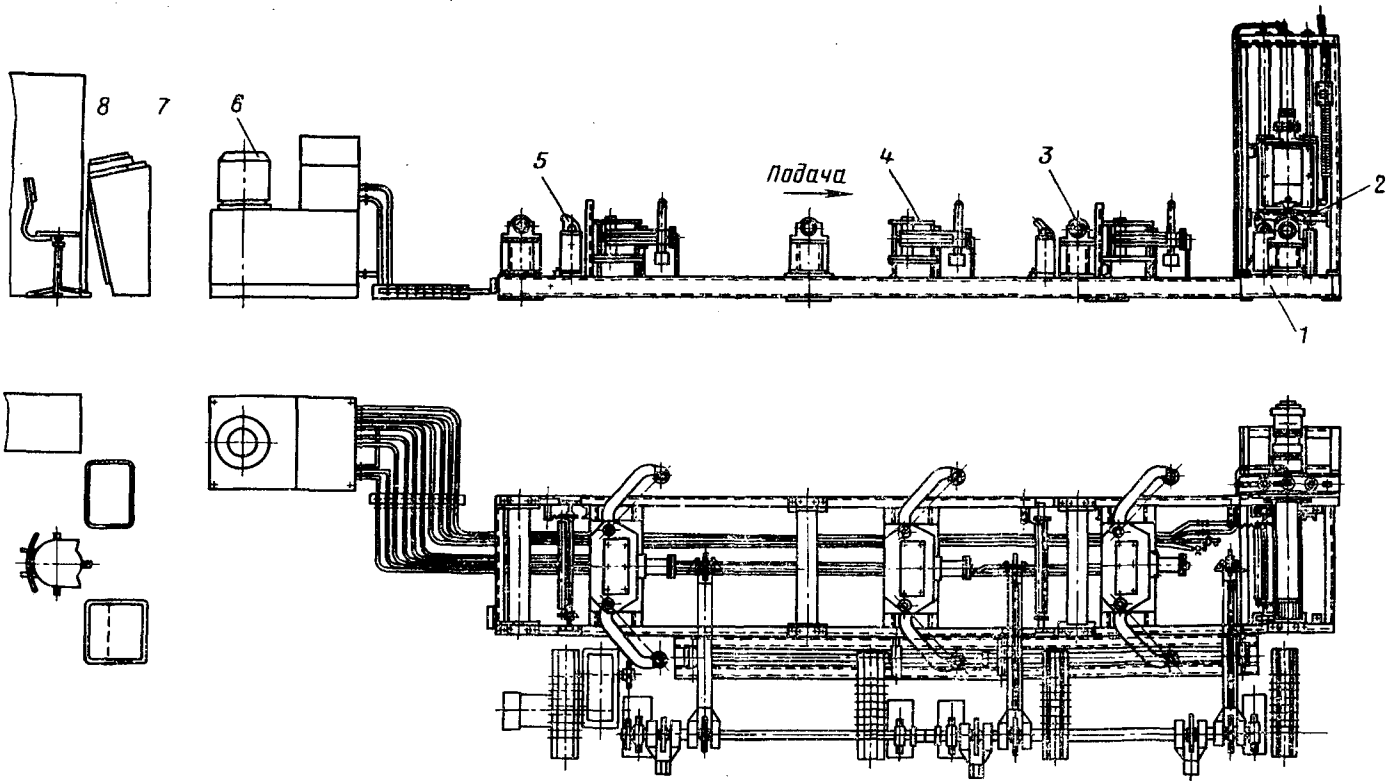


Рис. 117. Рольганг ПРД24-2А:

1 — рама; *2* — подающее устройство; *3* — неприводной ролик; *4* — центрователь; *5* — датчик длины; *6* — насос; *7* — пульт управления; *8* — кресло

l_2 — расстояние поперечного перемещения бруса с шин накопительного устройства на рольганг, м;

l_3 — расстояние между осями упора и подающего вальца рамы второго ряда, м;

u_2 — максимальная скорость распиливания брусьев в раме второго ряда, м/с;

$v_п''$ — скорость цепей брусоперекладчика, м/с;

v_2 — скорость рольганга перед рамой второго ряда, м/с.

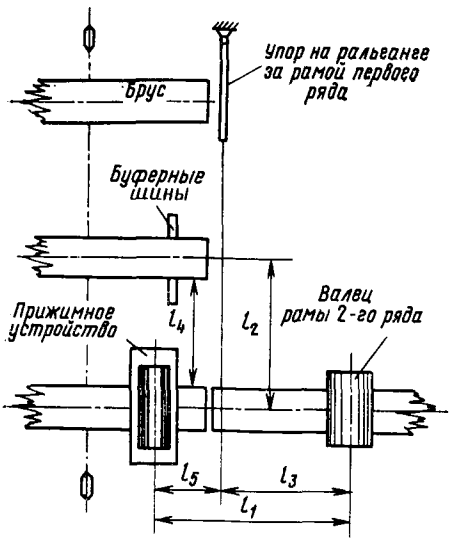


Рис. 118. Схема II к расчету скоростей брусоперекладчика и рольганга перед рамой второго ряда

Из уравнения (176) можно вывести формулу для определения скорости движения цепей брусоперекладчика, обеспечивающей распиловку брусьев в раме второго ряда без межторцовых разрывов:

$$v_п'' = \frac{v_2 u_2 l_2}{v_2 l - u_2 l_3 - v_2 u_2 t_4} \text{ м/с.} \qquad (177)$$

В брусоперекладчиках, имеющих раздельные приводы для первой и второй секций, $v_п'$ (174) и $v_п''$ (177) могут приниматься разными. При установлении скорости брусоперекладчика, кроме соблюдения приведенного выше условия, необходимо обеспечить подачу бруса на рольганг перед рамой второго ряда без ударов в комлевой конец распиливаемого бруса. В этом случае должно удовлетворяться следующее неравенство:

$$t_8 \leqslant t_7 + t_3, \qquad (178)$$

где t_7 — время подъема прижимного ролика, с;

t_3 — см. неравенство (175);

t_8 — время распиловки части длины бруса l_5, равной $l_1 - l_3$ (рис. 107).

Далее, по аналогии с выводом формулы (177) можно получить выражение для определения значения скорости движения цепей брусоперекладчика, исключающей боковые удары брусьев на рольганге перед рамой второго ряда:

$$v_п''' \leqslant \frac{u_2' l_4}{l_5 - u_2' t_7} \text{ м/с,} \qquad (179)$$

где l_4 — минимальное расстояние между брусьями, находящимися на накопительных шинах и рольганге перед рамой второго ряда, м;

l_5 — расстояние между осями прижимного устройства и упором рольганга за рамой первого ряда, м;

$u_2' = \frac{\Delta_{min} n}{60 \cdot 1000}$ — минимальная скорость распиловки брусьев в раме второго ряда, м/с;

t_7 — время подъема прижимного ролика, с; по данным исследований рекомендуется принимать $t_7 = 0{,}5 \div 1$ с.

Скорость рольганга перед рамой второго ряда должна определяться с учетом выбранной скорости брусоперекладчика по формуле

$$v_2 \geqslant \frac{u_2 l_3}{l_1 - u_2 t_4} \text{ м/с.} \qquad (180)$$

Ниже приводится техническая характеристика рольгангов, установленных перед рамами второго ряда.

Техническая характеристика рольгангов перед рамами второго ряда

Наименование показателей	Модели рольгангов			
	ПРД24	ПРД34-1	ПРД24-2А	ПРД34-2
Размеры брусьев:				
толщина, мм	100—380	150—600	80—400	80—600
длина, м	3,2—7,5	3,2—7,5	3,0—7,5	3,0—7,5
Подающий ролик:				
диаметр, мм	200	200	200	200
длина, мм	800	800	770	800
Окружная скорость, м/с:		0,37		0,42
перед рамой среднего просвета	0,53	—	0,66	—
» » узкого просвета	0,73	—	1,04	—
Усилие прижима бруса, кгс	400	400	360	
Неприводные ролики:				
количество, шт.	4	4	3	3
диаметр, мм	152	152	152	152
длина, мм	800	1000	800	1000
Манипуляторы:				
количество, шт.	2	2	3	3
наименьший развод клещей, мм	100	230	120	230
наибольший » » »	750	1100	100	1100
Общая мощность электродвигателей, кВт	5,5		8,6	8,5
Габарит, мм:				
длина	10 600	5330	9000	9000
ширина	1 980	3770	2550	1800
высота	1 660	525	1930	1930
Масса, кг	1 885	1629	2855	2855

При использовании рам второго ряда попеременно для распиловки брусьев и для распиловки бревен вразвал используют впередирамные тележки такого же типа, как и для распиловки бревен на рамах первого ряда. Тележка в этом случае должна обеспечивать подачу брусьев с одной стороны и бревен с другой. На поддерживающей тележке должна быть смонтирована специальная откидная планка.

§ 10. ТРАНСПОРТНО-РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ РОЛЬГАНГИ ЗА ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМОЙ ВТОРОГО РЯДА

Позади рам второго ряда при распиловке брусьев устанавливают роликовые транспортеры разнообразных конструкций для транспортировки и отделения чистообрезных досок от необ-

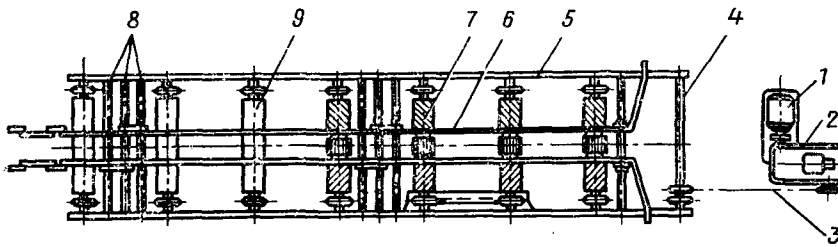


Рис. 119. Рольганг за рамой второго ряда модели ПРД5-3:
1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — цепь; *4* — промежуточный вал; *5* — швеллерная рама; *6* — пластина; *7* — комбинированный ролик; *8* — регулировочные винты; *9* — гладкий ролик

резных и горбылей. После разделения пиломатериалы перегружают на разные транспортные средства. На лесопильных заводах широко применяются рольганги модели ПРД25-1, ПРД5-3 и ПРД35-1, соответственно предназначаемые для использования за узко-, средне- и широкопросветными рамами.

Общий вид рольганга модели ПРД5-3 показан на рис. 119. Этот рольганг состоит из трех гладких и четырех комбинированных приводных роликов. Ролики приводятся в движение от приводной станции через последовательные от ролика к ролику цепные передачи. Над роликами по всей их длине смонтировано разделительное устройство, состоящее из двух пластин (шин), отделяющих чистообрезные доски от необрезных. Передние концы разделительных шин устанавливают по линиям установки расклинивающих ножей направляющего аппарата лесопильных рам. У лесопильных рам модели 2Р80-2 направляющий аппарат имеет карманы на внешних плоскостях расклинивающих ножей для крепления разделительных шин. Расстояние между задними концами разделительных шин при их установке на 100—150 мм больше, чем в переднем конце. Задние концы шин загнуты. Они представляют собой упоры для необрезных досок и длинных горбылей.

Обрезные доски перемещаются роликовым транспортером между разделительными шинами и затем передаются на ленточный транспортер, устанавливаемый на одной продольной с ним оси. Необрезные доски вначале гладкими, а затем винтовыми роликами перемещаются до упоров и сбрасываются в сторону на поперечный цепной транспортер, который транспортирует их к обрезному или другому станку. При распиловке бревен вразвал разделительные шины в переднем конце смыкаются и все необрезные доски проходят с внешней стороны пласти.

С 1970 г. завод «Северный коммунар» выпускает рольганги новых моделей ПРД23 и ПРД5-4 для лесопильных рам второго

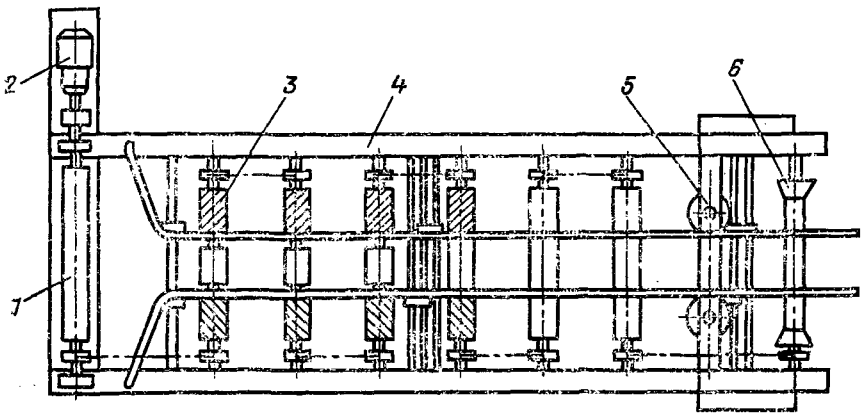


Рис. 120. Рольганг модели ПРД23:

1 — гладкий ролик; *2* — мотор-редуктор; *3* — комбинированный ролик; *4* — швеллерная рама; *5* — прижимное устройство; *6* — двухконусный ролик

ряда с просветом 500—630 мм и 750—800 мм. Общий вид рольганга модели ПРД23 представлен на рис. 120. Из рис. 120 видно, что в отличие от рассмотренных выше рольгангов в рольганге ПРД23 первый гладкий ролик выполнен двухконусным и дополнительно установлено прижимное устройство с двумя регулируемыми вертикальными роликами.

Скорость рольганга за рамами второго ряда, с учетом исключения возможности набегания досок при поперечном свинчивании ранее вышедших из рамы необрезных досок, следует определять по формуле

$$v \geqslant \left[1 + \frac{\pi D a}{K s (B - l)}\right] u \text{ м/с}, \qquad (181)$$

где D — наружный диаметр роликов, мм;

a — путь поперечного транспортирования необрезных досок по рольгангу, м;

s — шаг винтовой линии роликов, мм;

B — длина рольганга, м;

l — максимальная длина бруса, м;

$K = 0{,}75 \div 0{,}8$ — коэффициент, учитывающий проскальзывание досок по роликам;

u — максимальная скорость распиловки бруса, м/с.

Ниже приводится техническая характеристика рольгангов за рамами второго ряда.

Техническая характеристика рольгангов за рамами второго ряда

Наименование показателей	Модели рольгангов				
	ПРД25-1	ПРД5-3	ПРД35-1	ПРД23	ПРД5-1А
Количество роликов, шт.	7	7	7	9*	9*
В том числе:					
гладких	3	3	3	5*	5*
комбинированных	4	4	4	4	4
Диаметр роликов, мм	219	219	219	219	219
Длина роликов, мм	1000	1200	2000	1120	1400
Расстояние между роликами, мм	1350	1350	1350	1350	1350
Окружная скорость роликов, м/с	1	1	0,52	1,15	1,15
Разделительные пластины:					
толщина, мм	12	12	12	12	12
высота над роликами, мм	165	165	165	165	240
Растояние между передними концами разделительных пластин, мм:					
минимальное	0	0	0	0	0
максимальное	300	400	800	360	500
Расстояние между задними концами разделительных пластин, мм:					
минимальное	150	150	300	140	200
максимальное	400	500	900	450	600
Электродвигатель мощность, кВт	2,8	2,8	2,8	3,0	3,0
Габарит рольганга, мм:					
длина	10 620	10 620	10 620	10 865	10 865
ширина	1 920	2 020	3 000	2 400	3 015
высота	435	435	680	855	855
Масса, кг	2011	2095	3138	—	—

* В указанное количество входят два вертикальных ролика.

§ 11. ЛЕНТОЧНЫЕ ТРАНСПОРТЕРЫ ДЛЯ ДОСОК

Для транспортировки досок на сравнительно большие расстояния в лесопильных потоках используются стационарные ленточные транспортеры (КЛС). Целесообразность применения ленточных транспортеров в тех или иных случаях зависит главным образом от принятой схемы технологического процесса и размеров цеха. Наиболее часто ленточные транспортеры используются: для транспортировки обрезных досок от рам второго ряда к торцовочным столам или устройствам; для транспорти-

рования необрезных досок от рам к торцовочным устройствам (для торцовки узких концов); для выноса досок из лесопильного цеха на сортплощадку, а также в других случаях.

На основные параметры ленточных транспортеров имеется ГОСТ 10624—63. В лесопильном производстве применяются транспортеры с шириной ленты от 40 мм до 1200 мм. Наиболее часто применяется текстильная прорезиненная лента. Привод ленточных транспортеров, применяемых в лесопильных цехах, позволяет изменять скорость ленты в пределах от 0,6 до 2 м/с, но в производственных условиях она не превышает 1 м/с. Снимать пиломатериалы с ленточного транспортера можно различными способами. Наиболее распространенная разгрузка это с помощью навесного рольганга (рис. 121, *а*) и сбросной полки (рис. 121, *б*). При первом случае сброса доски выравниваются по переднему торцу, при втором, независимо от длины, по заднему торцу. Навесные рольганги представляют собой навесные винтовые роликовые транспортеры. Промышленностью серийно выпускаются рольганги следующих моделей: ПРД8-4А, ПРД9-4А, ПРД33 и ПРД37. Производительность ленточного транспортера при непрерывной работе определяют по формуле

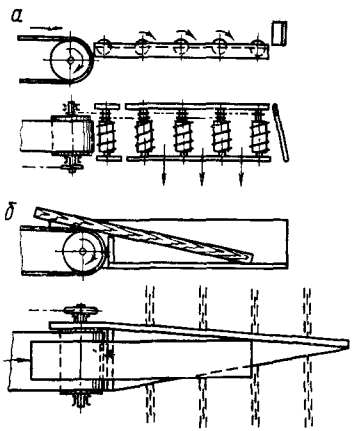


Рис. 121. Схемы разгрузки ленточного транспортера:
а — навесным рольгангом; *б* — сбросным роликом

$$A = \frac{3600 \cdot v}{l} \cdot K \text{ досок в час,} \qquad (182)$$

где v — скорость ленты, м/с;

l — средняя длина досок, м;

K — коэффициент заполнения ленты по длине; обычно принимается равным 0,5—0,7 (низкое значение коэффициента объясняется необходимостью обеспечить разрывы между досками, обязательные для сбрасывания их при разгрузке транспортера).

В зависимости от потребной производительности скорость ленточного транспортера будет равна

$$v = \frac{Al}{3600 \cdot K} \text{ м/с.} \qquad (183)$$

Если ленточный транспортер переносит пиломатериалы, выходящие из станка с определенной равномерной скоростью, то скорость транспортера определяют по скорости поступления досок на ленту, предусмотрев некоторое увеличение скорости для предупреждения набегания.

§ 12. ПОПЕРЕЧНЫЕ ЦЕПНЫЕ ТРАНСПОРТЕРЫ ДЛЯ ДОСОК

Поперечные цепные транспортеры применяют для перемещения досок от лесопильных рам к обрезным станкам, для сбора горбылей и реек и их транспортировки к станкам для последую-

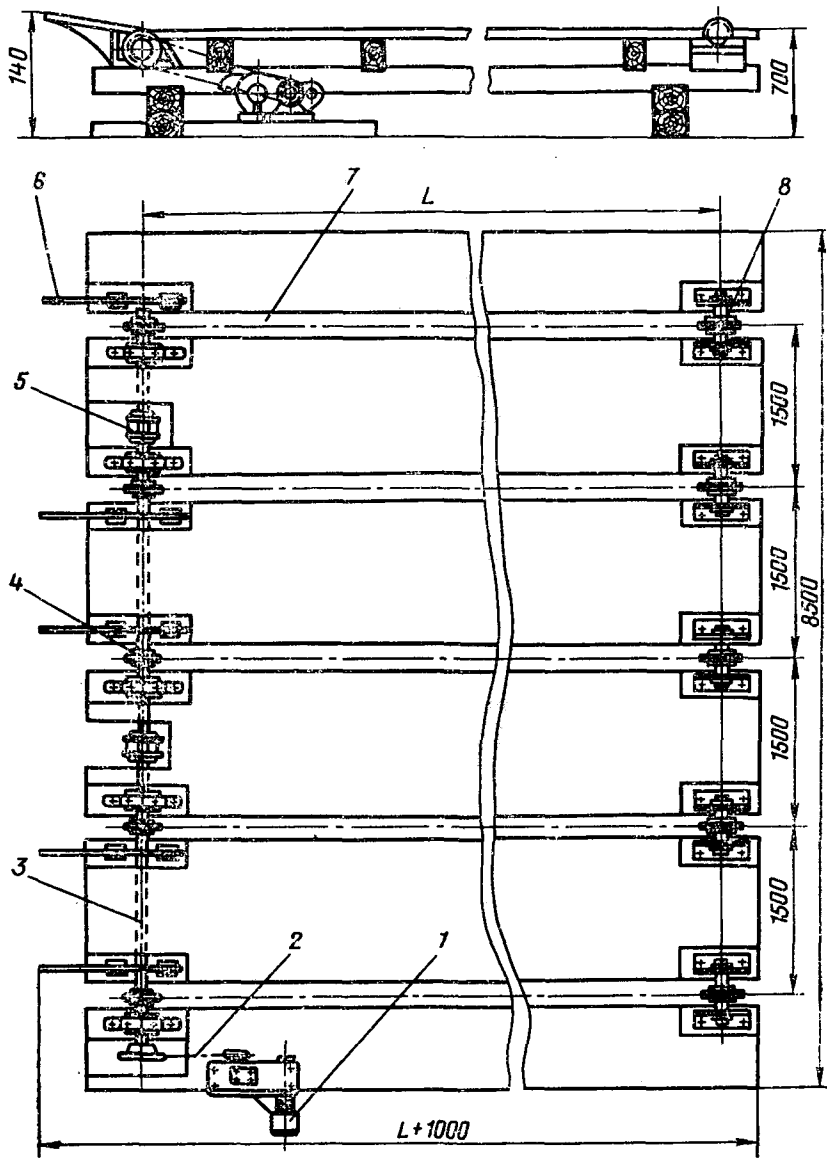


Рис. 122. Общий вид поперечного цепного транспортера:

1 — приводная станция; *2* — приводная цепь; *3* — вал; *4* — рабочая звездочка; *5* — муфта; *6* — кронштейн; *7* — грузовая цепь; *8* — ведомая звездочка

щей переработки, в торцовочных устройства проходного типа и для других целей. Переход с продольного движения досок на поперечное позволяет значительно снизить скорость движения пиломатериалов перед отдельными технологическими операциями в лесопильном потоке и одновременно создать перед ними некоторый страховой запас.

Поперечные транспортеры, используемые в лесопильных цехах, отличаются количеством цепей, длиной транспортера и мощностью привода. Они обычно имеют от четырех до шести пластинчатых втулочно-роликовых цепей. Цепь движется в металлических направляющих, прикрепленных к столу транспортера. Стол транспортера представляет собой деревянную конструкцию из бруса с настилом из досок. Для плавного перехода пиломатериалов через приводной вал в конце транспортера установлены кронштейны.

В лесопильных цехах используются поперечные цепные транспортеры разных моделей. Промышленность выпускает поперечные цепные транспортеры ПРД36-4 и ПРД36-5 (вторая цифра в марке означает количество цепей) длиной 5(6), 8, 14, 16 и 36 м, со скоростью движения цепей 0,3 м/с. Общий вид поперечного цепного транспортера ПРД36-5 показан на рис. 122.

Производительность поперечного цепного транспортера при непрерывной работе определяется по формуле

$$A = \frac{3600 \cdot v}{b} \cdot K \text{ досок в час,} \qquad (184)$$

где v — скорость цепей транспортера, м/с;

K — коэффициент заполнения цепей;

b — средняя ширина доски, м.

Пользуясь этой формулой, можно определить скорость цепей транспортера, которая обеспечивает известную потребную производительность A.

§ 13. ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОШТУЧНОЙ ПОДАЧИ ДОСОК К ОБРЕЗНОМУ СТАНКУ

В практике лесопиления необрезные доски поступают к обрезным станкам от лесопильных рам и иногда от многопильных круглопильных станков. В поточных линиях распиловки бревен вразвал и с брусовкой раньше устанавливали по одному обрезному станку, однако с увеличением подачи на лесопильных рамах, особенно на узкопросветных РД50-3, один обрезной станок не справляется с обработкой поступающих на него досок. В этом случае в потоке устанавливают два станка. Вместе с досками от лесопильных рам первого и второго ряда к обрезным станкам поступают длинномерные горбыли. Вследствие этого материал становится неоднородным, и горбыли перед обрезным станком надо отделить от досок. Кривые и сильносбе-

жистые доски целесообразно (до пропуска их через обрезной станок) раскроить по длине на две части.

Необрезные доски и горбыли от лесопильных рам собирают и транспортируют к обрезным станкам поперечными цепными транспортерами. В комплект оборудования обрезного станка, поставляемого промышленностью, входит впередистаночный стол, на котором для облегчения перемещения досок устанавливаются неприводные ролики. Длина стола около 6 м. Для рас-

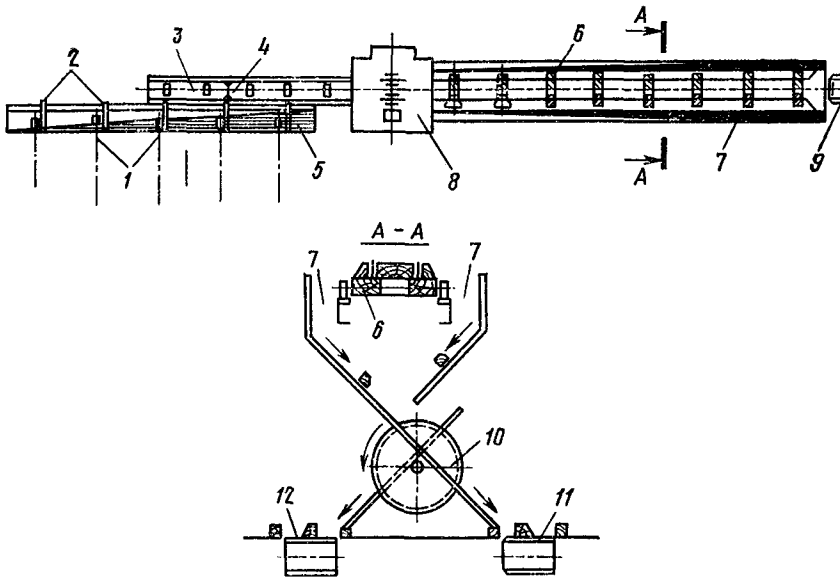


Рис. 123. Схема расположения оборудования у обрезного станка:

1 — поперечный цепной транспортер; *2* — кронштейны; *3* — роликовый стол перед обрезным станком; *4* — торцовая пила; *5* — люк для горбылей; *6* — рольганг за обрезным станком с устройством для отделения обрезных досок от реек; *7* — люки для реек; *8* — обрезной станок; *9* — ленточные транспортеры для реек; *10* — круглые пилы; *11, 12* — ленточные транспортеры для реек

кроя досок по длине в стол обрезного станка встраивается торцовочный станок. На рис. 123 приведена схема расположения оборудования у обрезного станка. С кронштейнов поперечного цепного транспортера станочник обрезного станка поштучно забирает доски на стол и в зависимости от формы необрезных досок направляет их на обрезку в обрезной станок или предварительно раскраивает кривые и сильносбежистые необрезные доски на две части, а затем направляет их в обрезной станок для обрезки.

Горбыли станочник сбрасывает в люк, размещенный под кронштейнами поперечного цепного транспортера, через который они затем поступают на транспортер, доставляющий их к месту последующей переработки.

Необрезные доски поступают к обрезному станку пачками. Для поштучной подачи их на стол станка рабочему приходится затрачивать много времени. При этом часто возникают завалы, возможны несчастные случаи. Выполнение комплекса ручных работ, связанных с подачей необрезных досок в станок, отделением горбылей и раскроем кривых и сбежистых досок, приводит к неполному использованию производственной мощности обрезного станка. При такой организации работы у обрезного станка с гидрофицированным перемещением пилы непосредственно машинное время составляет не более 30% всего рабочего времени, а остальное время падает на вспомогательные работы [51]. С целью устранения этих недостатков и увеличения производительности обрезных станков в настоящее время разрабатываются и проходят производственную проверку устройства для поштучной подачи досок на стол обрезного станка. Первые разработки указанных устройств были выполнены СибНИИЛПом и ЦНИИМОДом.

Устройство, разработанное СибНИИЛПом, для поштучной подачи к столу обрезного станка досок и горбылей (рис. 124, *а*) состоит из двух цепных поперечных транспортеров *9* и *4*, роликовых шин *2*, наклонных плоскостей для пиломатериалов и горбылей. С рольгангов *5* и *8* за рамами первого и второго ряда необрезные доски сбрасываются на наклонную плоскость *7* и затем попадают в бункер, который образуют нижние части плоскости *7* и наклонного цепного транспортера *9*. Из бункера доски и горбыли захватываются кулачками поперечного транспортера *9* и поштучно передаются на транспортер *4*. В конце транспортера *4* установлены специальные ускорительные барабаны *3*, которые создают определенный разрыв между досками при поступлении их по роликовым шинам *2* к столу обрезного станка *1*. Горбыли и не подлежащие обрезке доски сбрасываются на ленточный транспортер *10*. Данное устройство имеет некоторые конструктивные недостатки, в частности недостаточную емкость бункера и перекосы коротких досок на транспортере *9*. Наибольшая производительность устройства при шаге кулачков 600 мм составляет 30 досок/мин, при шаге кулачков 900 мм — 18 досок/мин.

Устройство, созданное в ЦНИИМОДе, для поштучной подачи досок и горбылей на стол обрезного станка представлено на рис. 124, *б*. Оно состоит из двух поперечных цепных транспортеров *7* и *4*, наклонных спусков для досок и горбылей и поворотных рычагов *2*. Наклонный транспортер *4* состоит из восьми цепей, попарно соединенных между собой траверсами *10*, которые служат захватными органами для досок и горбылей, поступающих с поперечного транспортера *7* в бункер устройства. На подъемном участке транспортера *4* установлены регулировочные штанги *9*, которые настраиваются на пропуск досок определенной толщины. При захвате траверсами двух досок верхняя

доска, при прохождении по регулировочным штангам, скатывается обратно в бункер. Подача досок на стол обрезного станка происходит при периодическом включении и выключении наклонного транспортера. Когда очередная доска поступает на спуск *3*, она нажимает на установленный там конечный выключатель, отключая тем самым транспортер. После сброса доски

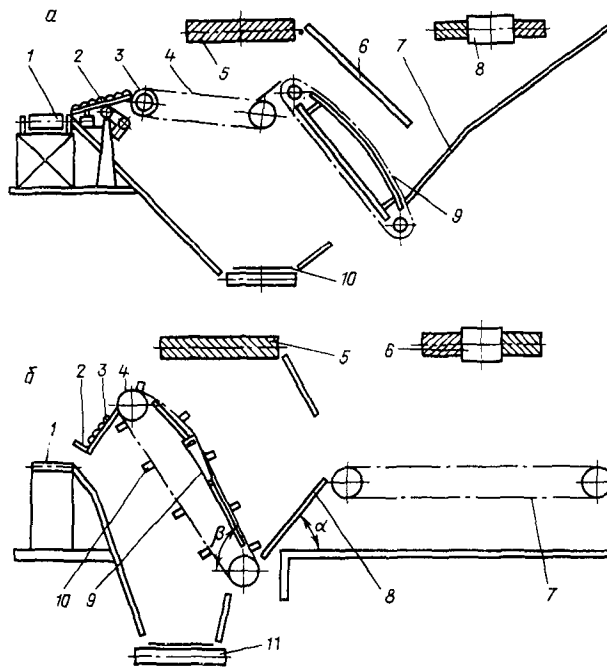


Рис. 124. Схемы устройств для поштучной подачи досок к обрезному станку:

а — конструкции СибНИИЛПа: *1* — стол обрезного станка; *2* — роликовая шина; *3* — ускорительный барабан; *4* — поперечный цепной транспортер; *5, 8* — рольганги; *6, 7* — наклонные плоскости; *9* — наклонный транспортер; *10* — ленточный транспортер; *б* — конструкции ЦНИИМОД; *1* — стол; *2* — упор; *3, 8* — наклонные спуски; *4, 7* — транспортеры; *5, 6* — позадирамные рольганги; *9* — регулировочная штанга; *10* — траверса цепи; *11* — ленточный транспортер

конечный выключатель освобождается и включает транспортер, который подает на спуск *3* очередную доску (или горбыль).

На спуске доска (или горбыль) удерживается поворотным упором *2*. Если доска на спуске лежит узкой пластью вверх (такое положение узкой пласти соответствует требованиям правильной обрезки), то обрезчик кнопкой включает привод поворотного упора *2*, который опускается вниз, и доска по нему соскальзывает на стол обрезного станка. Если же у доски, лежащей на спуске, верхней будет широкая пласть, то обрезчик,

не включая поворотного упора, сбрасывает доску крючком, переворачивая ее при этом узкой пластью вверх. Горбыли и доски, не требующие обрезки, сбрасываются на ленточный транспортер *11* вручную.

В более позднем варианте конструкции устройства ЦНИИМОД внесено усовершенствование — кантовально-подающий механизм, который исключает ручные операции при подаче досок на стол станка и сбросе горбылей. Производительность устройства ЦНИИМОД — 20 досок в минуту.

§ 14. ТРАНСПОРТНО-РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗА ОБРЕЗНЫМИ СТАНКАМИ

За обрезными станками устанавливают специальные рольганги с приспособлениями и механизмами для отделения обрезных досок от реек, удаления тех и других от станка и передачи на последующие транспортные механизмы — рейкоотделительные устройства. На рис. 123 за обрезным станком представлено рейкоотделительное устройство, которое состоит из роликового транспортера. Часть роликов на концах имеет винтовую нарезку для сбрасывания реек. В состав устройств входят и две длинные направляющие стальные пластины, отделяющие рейки от обрезной доски. Одна пластина неподвижно закреплена вдоль рольганга в плоскости коренной пилы станка, а передний конец другой пластины находится напротив подвижной пилы и передвигается вместе с ней в результате жесткой связи с подвижной кареткой (задний конец этой пластины установлен на постоянном расстоянии от неподвижной пластины). В конце транспортера к пластинам прикреплены упорные щитки, установленные под углом и предназначенные для остановки реек, движущихся по концам роликов. Сбоку рольганга есть люки для сброса реек. Рейки по наклонным направляющим попадают на стационарные круглые пилы, разрезаются по длине на деловую и неделовую части и сбрасываются на ленточные или поперечные цепные транспортеры, доставляющие их на участки дальнейшей обработки. Обрезная доска движется по роликам внутри коридора, образованного разделительными пластинами, и затем поступает на ленточный транспортер, передающий ее на участок дальнейшей обработки (торцовку) или на сортплощадку.

Рейкоотделительные устройства с разделительными пластинами (ПРД2-1) просты по конструкции и надежны в работе. Они широко применяются на лесопильных заводах нашей страны. В настоящее время в комплекте с обрезным станком марки Ц2Д-5А выпускается рейкоотделительное устройство марки ПЦ2Д-3, которое принципиально отличается от устройств с разделительными пластинами.

В рольганге рейкоотделительного устройства ПЦ2Д-3 (рис. 125) до половины его длины установлены ролики разной длины.

Первый от станка ролик имеет длину равную наименьшей ширине обрезной доски, длина последующих роликов постепенно увеличивается. Один конец всех роликов выровнен по линии коренной пилы. В начале рольганга установлены два диска для прижима доски к роликам. Обрезная доска по выходе из станка попадает на короткие ролики и уносится ими от станка. Выходящие из станка рейки не имеют опоры и под действием силы тяжести падают в люки, расположенные по обе стороны устройства по всей его длине. Длина рейкоотделительного устройства около 8,5 м, расстояние между роликами 900 мм. Скорость транспортировки досок 82,2 и 123; 102,6 и 154,2 м/мин.

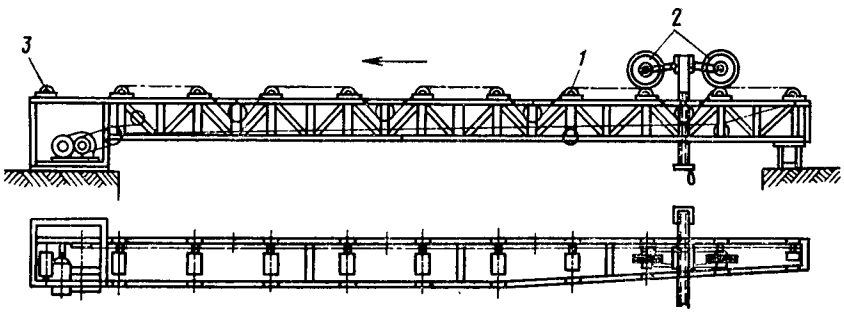


Рис. 125. Рейкоотделительное устройство к обрезному станку:
1 — приводные ролики; *2* — прижимные диски; *3* — неприводной ролик

На лесопильных предприятиях встречаются рейкоотделительные устройства, в которых опорой для выходящей из станка обрезной доски являются не короткие ролики, а узкий цепной или ленточный транспортер. Количество прижимных дисков в таких конструкциях доходит до шести.

§ 15. ТРАНСПОРТНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ТОРЦОВОЧНЫХ СТОЛАХ

На отечественных лесопильных заводах позиционный способ торцовки досок в основном осуществляется на торцовочных столах, оборудованных двумя круглопильными станками. На рис. 126 представлена схема наиболее распространенного позиционного торцовочного стола с двумя станками. Такие столы в потоках лесопильного цеха устанавливают за рамами второго ряда и за обрезными станками. Подача обрезных пиломатериалов к столу осуществляется роликовым транспортером, рядом с которым располагают торцовочный стол. Торцовочные столы смещаются в сторону относительно оси рольганга для того, чтобы движущиеся по рольгангу доски не ударили в торец торцуемых. Кроме того, между рольгангом и столом размещается накопительная площадка для досок, поступивших на торцовку. Тор-

цовочные станки устанавливают в столах по одному или попарно. В последнем случае станки устанавливаются по концам стола на расстоянии 7—8 м один от другого (несколько большем, чем максимальная длина обрезной доски). Уровень торцовочного стола находится ниже уровня роликового транспортера на 75—100 мм. Для отмеривания длины торцуемой доски торцовочный стол снабжен мерным брусом, на котором нанесены деления, соответствующие стандартным размерам досок.

Комлевой и вершинный концы доски торцуют раздельно. Сначала торцуют комлевой конец, без установки по упору, но с прижимом кромки доски к мерной линейке. Вершинный конец

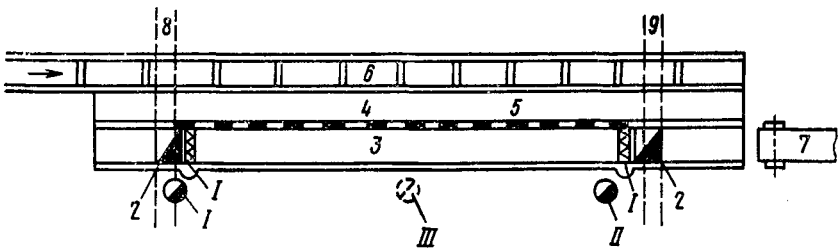


Рис. 126. Схема позиционного торцовочного стола с двумя станками:
1 — торцовочные станки; *2* — люки для отходов; *3* — торцовочный стол; *4* — буферный стол; *5* — мерный брус; *6, 7, 8, 9* — транспортеры; *I, II* — места торцовщиков; *III* — место контролера качества

торцуют с поджимом оторцованного конца к одному из упоров и к мерному брусу.

Прошедшие торцовку доски торцовщики перемещают вручную по свободным неприводным роликам (встроенным в стол) в продольном направлении до ленточного транспортера, выносящего их на площадку для сортировки пиломатериалов. Для ускорения продольного перемещения оторцованных досок на ленточный транспортер в стол встраивают приводной подъемный ролик-погонялку в месте передачи досок со стола на ленточный транспортер.

На рис. 127 приведен приводной подъемный ролик-погонялка модели РП-1, изготовляемый заводом «Северный коммунар». Ролик-погонялка имеет станину, на которой смонтирована ось, имеющая возможность поворачиваться на угол до 12° и поднимать вращающийся рифленый ролик. Поворот оси осуществляется электромагнитом, якорь которого системой тяги и рычага связан с поворачивающейся осью. При включении кнопки якорь электромагнита втягивается и в то же время поднимается рифленый ролик, закрепленный на рычаг рамки ролика.

Для уравновешивания ролика на рычагах электромагнита есть противовес. Передача вращения от электродвигателя на

подъемный ролик осуществляется с помощью клиновых ремней промежуточным двухступенчатым шкивом, закрепленным на поворачивающейся оси. В опущенном положении приводной ролик не должен доходить до нижней поверхности торцуемой доски на 15 мм, доска должна лежать на свободных роликах стола. При подъеме ролика-погонялки он должен выступать над свободными роликами стола на 8—15 мм. Ниже приводится техническая характеристика ролика-погонялки ПР-1.

Техническая характеристика ролика-погонялки РП-1

Диаметр рифленого ролика, мм	200
Длина ролика, мм	300
Окружная скорость ролика, м/с	3
Уровень подъема ролика над свободными роликами стола, мм	8—15
Ход якоря электромагнита, мм	40
Наибольшее тяговое усилие электромагнита, кг	25

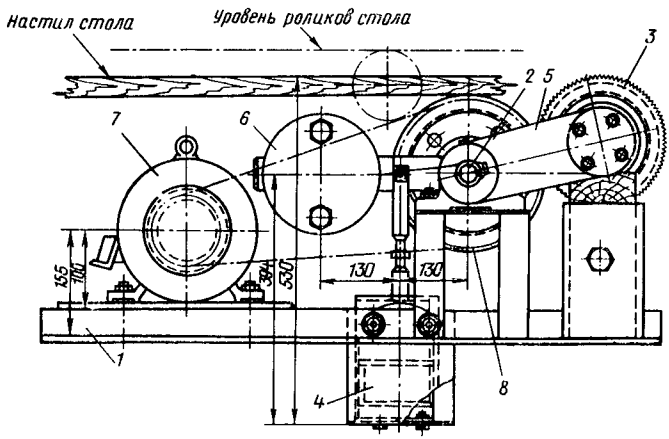


Рис. 127. Ролик-погонялка модели РП-1:
1 — станина; *2* — ось качания ролика; *3* — рифленый ролик; *4* — электромагнит; *5* — рычаги; *6* — противовес; *7* — электродвигатель; *8* — двухступенчатый шкив

В последние годы по предложению ЦНИИМОДа в торцовочных столах стали предусматривать поперечное перемещение оторцованных досок на ленточный транспортер, устанавливаемый ниже стола (рис. 128). Для облегчения сбрасывания доски со стола в поперечном направлении на краю стола устанавливают рычажный сбрасыватель. Поперечное перемещение досок сокращает затраты времени на сброс досок. При продольном перемещении досок вдоль торцовочного стола с применением ролика-погонялки затраты времени на их перемещение определяют [13] по формуле

$$t = \frac{l}{v_{ср}} \simeq \frac{3l}{2v_{рол}} \text{ с}, \qquad (185)$$

где l — длина доски, м;

$v_{ср}$ — средняя скорость движения доски, м/с;

$v_{рол}$ — окружная скорость ролика, м/с.

Если принять скорость ролика $v_{рол}=3$ м/с и длину доски $l=6$ м, то время на продольное перемещение доски составит около 3 с. При поперечном смещении досок в щели это время сокращается до долей секунды.

Приведенные схемы организации работ на торцовочных столах еще не обеспечивают достаточной производительности, так

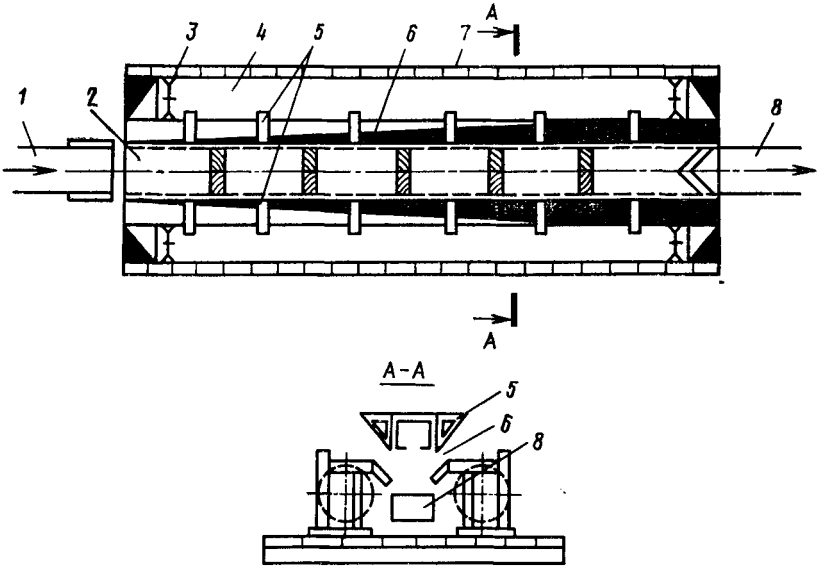


Рис. 128. Схема торцовочного стола с поперечным перемещением досок:

1 — ленточный транспортер; *2* — стол; *3* — торцовочные станки; *4* — торцовочные столы; *5* — кронштейны для досок; *6* — щели; *7* — мерные бруски; *8* — ленточный транспортер на сортировочную площадку

как они связаны с затратами времени торцовщиков на вспомогательные операции. Машинное время на торцовочном столе составляет примерно 10% от всего циклового времени на торцовку доски [39]. Практически за 1 мин на торцовочном столе может быть обработано пять-восемь досок.

Во время торцовки досок в той или иной мере оценивается их качество. На позиционных торцовочных столах в лесопильном цехе обычно производится предварительный контроль качества пиломатериалов, и выполняют его торцовщики. В случае окончательного контроля качества, когда определяется сорт пиломатериалов, у стола может дополнительно работать контролер качества.

§ 16. ТРАНСПОРТНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ТОРЦОВОЧНЫХ УСТАНОВКАХ ПРОХОДНОГО ТИПА

В торцовочных установках, на которых осуществляется проходной способ торцовки, для перемещения пиломатериалов по торцовочному столу применяются поперечные цепные транспортеры. Для передачи досок в процессе торцовки с одной стороны стола на другую (см гл. 8 § 7) используются приводные рольганги с косоустановленными роликами. При установке роликов под углом к продольной оси цепного транспортера составляющая тягового усилия роликов отделяет доску от упоров цепного транспортера во время перемещения ее на рольганге поперек

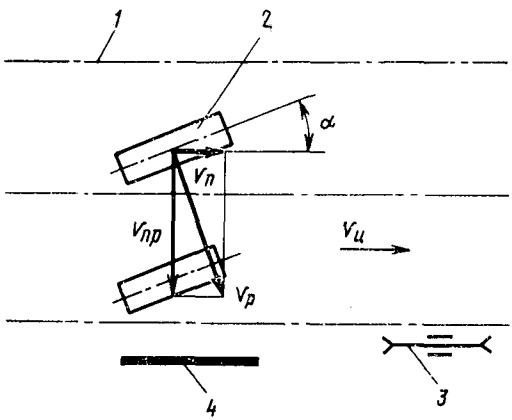


Рис. 129. Схема установки приводных роликов для поперечного перемещения досок на торцовочном устройстве проходного типа:
1 — цепи поперечного транспортера; *2* — приводные ролики; *3* — дисковая пила; *4* — упор

торцовочного стола. Синхронизация работы рольганга и поперечного цепного транспортера обеспечивается соответствующим подбором скоростей рольганга $v_р$ и цепей $v_ц$, а также угла установки роликов α, от которого зависит величина составляющих $v_р$: скорости поперечного перемещения доски $v_п$ и скорости продольного перемещения доски $v_{пр}$ по рольгангу (рис. 129). В поперечном направлении доска перемещается до упора, который устанавливается напротив рольганга на 100—200 мм дальше линии дисков пил.

Если проходные торцовочные устройства применяются для окончательной торцовки досок в лесопильном цехе, то в их состав могут также входить один-два стола, для контроля качества пиломатериалов.

На рис. 130 представлен план наиболее распространенного на лесопильных заводах торцовочного устройства со столом для контроля качества и разметки пиломатериалов. Обрезные доски от рам второго ряда и обрезного станка перемещаются ленточными транспортерами на навесные рольганги с винтовыми роликами. Последние сбрасывают доски на поперечный цепной транспортер без упоров, который подает их на навесные кронштейны контрольных столов. Навесные кронштейны служат для накопления межоперационных запасов. С них контро-

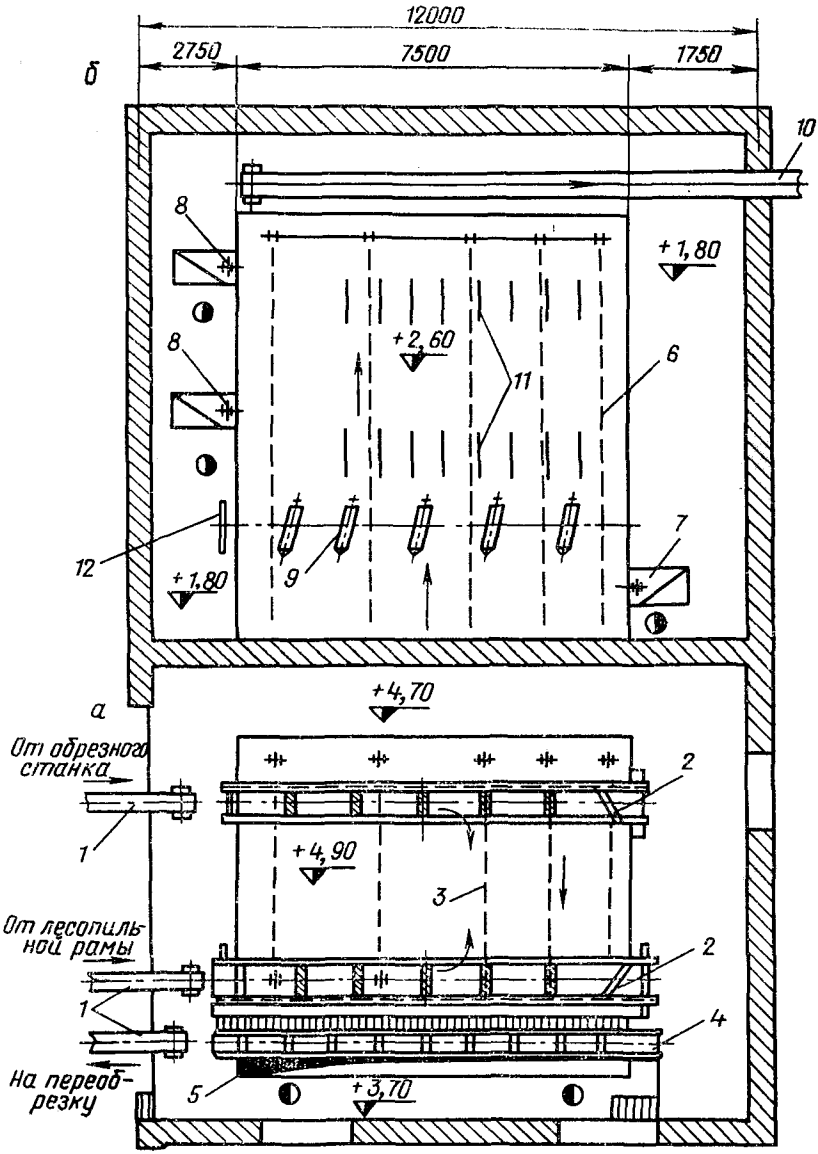


Рис. 130. Схема двухэтажного торцовочного устройства в потоке со 100% брусовкой (план) с контрольно-разметочными столами:

а — верхний этаж; *б* — нижний этаж; *1* — ленточные транспортеры от рамы и обрезного станка; *2* — навесные рольганги с винтовыми роликами; *3* — поперечный цепной транспортер; *4* — контрольно-разметочный стол; *5* — люк для досок; *6* — поперечный цепной транспортер с упорами; *7* — торцовочный станок для торцовки комлевого конца доски; *8* — торцовочные станки для торцовки вершинного конца доски и перерезки доски; *9* — косопоставленные приводные ролики; *10* — ленточный транспортер на сортплощадку; *11* — утопляющиеся мерные упоры; *12* — упорный щиток

леры качества сбрасывают доски крюками на контрольно-разметочный стол, оборудованный свободными роликами и мерной линейкой. После осмотра доски контролеры качества размечают места торцовых резов и сбрасывают ее через люк под кронштейнами в нижний этаж на поперечный цепной транспортер торцовочного устройства.

Пропускная способность торцовочных установок слешерного типа находится в зависимости от рабочих, занятых на контрольно-разметочных столах. По опытным данным, двое рабочих на контрольно-разметочном столе могут разметить до 12 досок в минуту. Поэтому для более полного использования про-

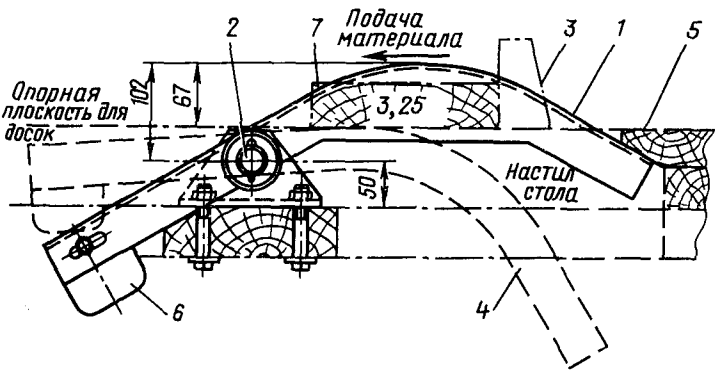


Рис. 131. Утопляющийся упор для отмеривания длины доски в торцовочном устройстве проходного типа:

1 — качающийся упор; *2* — ось качания; *3* — упор на цепи поперечного транспортера; *4* — положение упора в утопленном состоянии; *5* — ограничитель подъема упора; *6* — контргруз; *7* — устанавливаемая доска

изводительности торцовочных устройств целесообразно устанавливать по два контрольно-разметочных стола на каждую установку. Для облегчения установки доски на стандартную длину в проходных торцовочных устройствах перед вершинными пилами применяют различного типа утопляющиеся упоры или другие мерные устройства.

На рис. 131 показана одна из конструкций мерного упора. При проходе через упоры доски своей тяжестью утопляют их в настиле торцовочного стола. Упор за пределами комлевого конца остается неутопленным. К нему и должна быть прижата доска для торцовки вершинной пилой на стандартный размер длины.

§ 17. ТРАНСПОРТНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТХОДОВ

Кусковые отходы в лесопильном цехе удаляются от станков через люки в полу цеха. Люки устраиваются за лесопильными рамами для сброса коротких горбылей, перед обрезными стан-

ками — под кронштейнами поперечного цепного транспортера для сброса длинных горбылей, за обрезными станками — для сброса реек. Отрезки досок, получающиеся на торцовочных столах или проходных торцовочных устройствах, сбрасываются в люки, расположенные у каждого торцовочного станка или дисковой пилы. Кусковые отходы сбрасываются в люки автоматически, как например за рамами и обрезными станками, или вручную. Если отходы сбрасываются с устройства, расположенного на значительном уровне от пола цеха, то для направления их в люк создается русло в виде наклонной плоскости или коробчатого ограждения.

Для дальнейшей транспортировки кусковых отходов используются ленточные и поперечные цепные транспортеры, на которые отходы из люков для смягчения их ударов о цепи или ленту также направляются по руслу в виде наклонной плоскости. На наклонной плоскости или поперечном транспортере в случае необходимости устанавливается дисковая пила для отделения от длинных горбылей и реек деловой части, используемой при выработке мелкой пилопродукции (см. рис. 123).

Для уборки опилок, мелких кусковых отходов и щепы в лесопильных цехах используют скребковые и ленточные транспортеры, а иногда пневмотранспорт. Транспортеры устраивают под люками. Скребковые транспортеры представляют собой бесконечную пластинчатую цепь с поперечинами (скребками), движущимися в деревянном желобе, которые и перемещают опилки и щепу. Для сброса отходов в дне деревянного желоба делают отверстие длиной до 0,75 м, в которое ссыпаются отходы. Иногда отходы доставляются скребковым транспортером к наклонному лотку, на который они ссыпаются.

Скребковый транспортер может быть сделан с подъемом к горизонту на 35—40°. При необходимости подъема отходов под большим углом применяют ковшовые элеваторы. Для лучшего прилегания скребков транспортера ко дну деревянного желоба требуется хорошее их натяжение и приводная станция на конце транспортера. Сырые опилки иногда прилипают к скребкам. Поэтому в местах их сброса устанавливают приспособление для встряхивания цепей, которое состоит из пологих направляющих, приподнимающих цепи на 30—50 мм, и заканчивающихся крутым обрывом. Скребки обычно делают деревянные, длины которых 250 и 400, высота 75—90 и толщина 45—50 мм. Расстояние между скребками устанавливают с учетом шага цепей и высоты скребков (1050 и 1080 мм). Скорость цепи транспортера устанавливают в пределах от 15 до 30 м/мин.

Производительность скребковых транспортеров на горизонтальных участках определяют по формуле

$$A = \frac{3600 \cdot b \cdot h \cdot s \cdot v}{a} \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (186)$$

где b — длина скребка, м;
h — высота скребка, м;
s — длина заполнения опилками промежутка между скребками, приведенная к равномерной высоте кучки, равная 0,4—0,5 м (бо́льшая цифра относится к более высоким скребкам, меньшая — к менее высоким);
v — скорость транспортера, м/с;
a — расстояние между осями скребков, м.

Для перевода рыхлой массы опилок в плотную необходимо разделить объем рыхлой массы на коэффициент их разрыхления, принимаемый равным 2,5—3.

Производительность наклонных скребковых транспортеров вследствие ссыпания опилок меньше производительности горизонтальных транспортеров и может быть учтена в зависимости от угла наклона следующими коэффициентами: 10° — 0,85; 20° — 0,65 и 30° — 0,50. Для транспортировки опилок за пределы цеха к месту их сброса обычно делают сборный транспортер, к которому от отдельных станков подводят другие транспортеры.

Вместо скребковых транспортеров применяют также ленточные транспортеры с прямыми или вогнутыми (корытообразными) лентами. Для вогнутых транспортеров делают ролики, которые поддерживают ленту и придают ей корытообразную форму. Ширина лент для транспортировки опилок и щепы бывает от 300 до 600 мм. Наибольшая высота слоя материала, помещающегося на ленте, составляет 1/12 его ширины. Форма поперечного слоя отходов близка к параболе. Ширину слоя отходов в зависимости от ширины ленты принимают следующей:

$$b = 0{,}9\ B - 0{,}05 \text{ м},$$

где B — ширина ленты в метрах. Скорость движения ленты принимают в пределах 0,5—2 м/с. Ленточные транспортеры могут перемещать отходы с наклоном до 20—25° к горизонту. Производительность плоских ленточных транспортеров для насыпных отходов может быть определена по формуле

$$A = 3600Fv \text{ м}^3/\text{с}, \tag{187}$$

где F — площадь поперечного сечения насыпного слоя, м^2.
v — скорость ленты, м/с.

Значение F может быть определено приближенно по формуле

$$F = \frac{2}{3} bh, \tag{188}$$

где b — ширина слоя, равная 0,9 B — 0,05 м;
h — высота слоя, равная 1/12 b.

Производительность транспортеров с вогнутой лентой в 1,75—2 раза больше, чем с плоской.

§ 18. ТРАНСПОРТНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ И КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Вспомогательные устройства ленточнопильной установки предназначены для накопления запаса бревен перед распиловкой, погрузки бревен на тележку станка и поворота их вокруг оси в требуемое для распиловки положение.

Накопление запаса бревен и поштучная выдача их на распиловку в современных установках производятся с помощью механизированных накопительных площадок, общий вид одной из которых был приведен на рис. 98. Поворот бревен осущест-

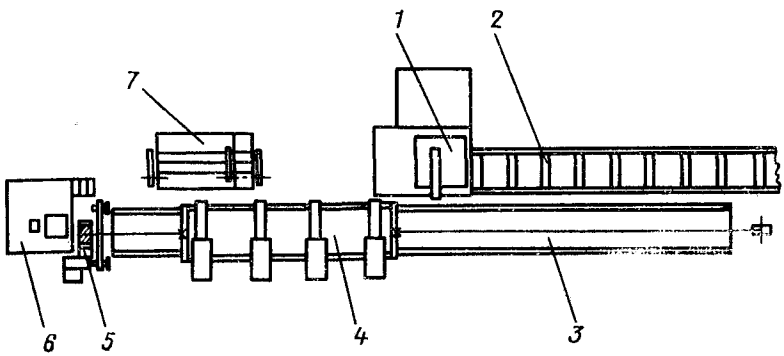


Рис. 132. Схема ленточнопильной установки:
1 — ленточнопильный станок; *2* — рольганг; *3* — рельсовый путь; *4* — тележка; *5* — гидропривод тележки; *6* — площадка с пультом управления; *7* — накопительная площадка для бревен

вляется с помощью специальных устройств — манипуляторов, устанавливаемых либо на тележке станка, либо на помосте накопительной площадки за отсекателями (на рис. 98 не показаны). На тележку бревна погружают с помощью погрузочных рычагов с индивидуальным (гидравлическим) приводом. Конструкция некоторых манипуляторов позволяет производить не только поворот, но и погрузку бревен (в этом случае специальные погрузочные рычаги не требуются).

Для транспортировки готовой продукции от ленточнопильных станков к следующим участкам потока используют рольганги, на которые падают доски после их отпила от бревен; с рольгангов доски попадают на поперечные транспортеры, доставляющие их к месту последующей обработки.

Схема расположения вспомогательного и транспортного оборудования у ленточнопильного станка представлена на рис. 132. В состав комплекта вспомогательного оборудования однопильного круглопильного станка для распиловки бревен ЦДТ6-3 входит механизированная накопительная площадка. Последняя состоит из поперечного цепного накопительного

транспортера, гидрофицированных механизмов для поштучной подачи бревен к тележке, цепного манипулятора (кантователя) для поворота бревен и подъемных шин для подачи бревен на тележку. Поблизости от пильного диска устанавливается ленточный транспортер, предназначенный для уборки от пилы коры, коротких горбылей и других мелких отходов.

Транспортировка полученных на станке пиломатериалов к следующим участкам потока так же, как и на ленточнопильном станке, осуществляется с помощью рольганга. Схема расположения вспомогательного и транспортного оборудования у современного однопильного круглопильного станка с тележкой аналогична схеме ленточнопильного станка (см. рис. 132).

Для распиловки тонкомерных бревен спаренными круглопильными станками моделей Б2Ц и Б8Ц спроектирован комплект оборудования, куда входят: накопительная площадка, впередистаночное устройство и позадистаночный рольганг с разделительными шинами для станка модели Б2Ц, брусоперекладчик, впереди- и позадистаночные рольганги для многопильного станка Б8Ц и другое оборудование, планировка и схема работы которого рассматривается в гл. 9, § 20.

§ 19. ТРАНСПОРТНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ФРЕЗЕРНОПИЛЬНЫХ АГРЕГАТАХ

Полное использование производственной мощности фрезернопильных агрегатов может быть обеспечено только при условии оснащения их комплектом оборудования для своевременной подготовки бревен к распиловке и выдачи продукции. Так, в линии агрегатной переработки бревен ЛАПБ-1 (см. рис. 89) сырье подается бревнотаской *1* на накопитель *2*, представляющий собой поперечный цепной транспортер. С помощью накопителя создается запас бревен перед распиловкой и за счет этого обеспечивается непрерывная подача их в агрегатный фрезернопильный станок. Очередное бревно с бревнотаски на накопитель сбрасывается по команде датчика, фиксирующего наличие свободного места на накопителе, после того как ранее сброшенное бревно, выйдя из зоны сброса, освободит датчик. В конце накопителя установлен отсекатель-сбрасыватель *5*. В нормальном положении отсекателя его рычаги *6* расположены длинным плечом вверх. В это время короткое плечо рычага находится под бревном, занявшим крайнее положение на накопителе, а цепи транспортера неподвижны. Если на коротком плече рычагов не будет бревна, то расположенные в их зоне датчики подадут команду на пуск транспортера. При подаче команды на сброс бревна с накопителя поворачивается вал *7* (от гидроцилиндра *8*) и с ним рычаги *6*, при этом короткое плечо рычагов *6* отсекает крайнее бревно от остальных и оно (по длинному плечу рычагов) скатывается на тележки.

Ударную нагрузку от сбрасываемого бревна воспринимает амортизатор *9*, на который падает комлевой конец бревна (при сбрасывании бревна он забегает несколько вперед).

В агрегат бревно подается на двух тележках — комлевой и вершинной. Обе они оснащены центрирующими зажимами *12*. Команда на зажим бревна подается датчиком, расположенным на комлевой тележке. Окончание зажима является сигналом для подачи тележек с бревном к агрегату. Если на тележки подано кривое бревно, то оператор переводит систему управления линией на полуавтоматический режим и включает кантователь *13*, с помощью которого бревно поворачивается в нужное положение и в нем фиксируется. После этого управление работой оборудования снова переводится на автоматический режим. Кроме вершинной и комлевой тележек фрезернопильный агрегат обслуживается перехватной тележкой *16* портального типа. В момент сбрасывания бревна перехватная тележка находится возле агрегата. По мере продвижения бревна вперед перехватная тележка откатывается назад до тех пор, пока не достигнет комлевого конца бревна (это положение тележки фиксируется установленными на ней датчиками). После этого захваты перехватной тележки зажимают комлевой конец бревна и тележка начинает перемещаться вместе с бревном. При подходе вершинной, а затем комлевой тележек к фрезернопильному агрегату их захваты разжимаются и они возвращаются в исходное положение; в это время обрабатываемое бревно удерживает перехватная тележка. Места остановки тележек, включения и выключения их захватов определяются системой конечных выключателей согласно заданной программе.

Обработка бревен на фрезернопильных установках в нашей стране пока еще проходит производственную проверку, поэтому, как и всякое внедряющееся оборудование линии для агрегатной переработки бревен, со временем может видоизменяться и совершенствоваться. В настоящее время в ЛАПБ-1, установленной на экспериментальном производственном заводе ЦНИИМОДа «Красный Октябрь», вместо тележек перед агрегатом установлен конвейер. За фрезернопильным агрегатом в ЛАПБ-1 установлен навесной рольганг для разделения центральных и боковых досок и выноса их самостоятельными потоками за пределы линии.

§ 20. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОЧНЫХ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ И ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

Организация рабочих мест и размещение их в поточных линиях лесопильного цеха должны обеспечивать условия для полного использования производительности каждой отдельной машины и всей системы машин, включенных в линию и рабо-

тающих как один агрегат, в едином ритме. Для достижения этого на каждом участке потока должны быть технические средства питания его материалами и отвода от него готовой продукции, а также средства для накопления страховых запасов, которые ограничивают простои в линии по месту их возникновения. Практика показывает, что этим требованиям в настоящее время наиболее отвечает шахматное размещение смежных участков с передачей материалов с одного участка на другой посредством транспортеров различных конструкций или наклонных плоскостей и созданием около участков специальных площадок для накопления запасов.

Состав технологического оборудования и вспомогательных средств в поточных линиях лесопильных цехов зависит от размеров и качества сырья, вырабатываемых пиломатериалов, принятого способа раскроя сырья на пиломатериалы и объемов производства. Наиболее благоприятны для использования производственной мощности оборудования следующие специализированные поточные линии:

по размерам и качеству сырья — линии распиловки крупномерного, среднего и тонкомерного сырья (по диаметрам); линии распиловки длинномерного и короткомерного сырья (по длинам); линии распиловки стандартного или низкокачественного сырья;

по степени обработки пиломатериалов — линии выработки обрезных длинномерных пиломатериалов; линии выработки необрезных досок;

по способам выработки пиломатериалов — линии распиловки сырья брусово-развальным, развальным и специальными способами.

С учетом указанных факторов определяют технологический процесс раскроя сырья, выбирают для его выполнения наиболее экономичное технологическое оборудование, вспомогательные и транспортные средства и их размещение в поточных линиях.

Поточные линии лесопильных цехов могут быть весьма многообразны. Однако из их числа по способам раскроя и характеру продукции можно выделить следующие основные специализированные поточные линии:

линии распиловки пиловочного сырья брусово-развальным способом на длинномерные обрезные доски;

линии распиловки пиловочного сырья развальным способом с переработкой на длинномерные обрезные доски;

линии распиловки пиловочного или низкокачественного сырья развальным способом на длинномерные необрезные доски;

линии распиловки низкокачественного сырья специальными способами на пиломатериалы для производства целых и клееных заготовок;

линии распиловки сырья на пиломатериалы специального назначения (радиальной, тангенциальной распиловки и т. п.);

линии распиловки сырья смешанными способами, например брусово-развальным и развальным, на пиломатериалы с различной степенью обработки и разного назначения.

Есть специализированные лесозаводы, вырабатывающие тем или другим способом только обрезные длинномерные или необрезные пиломатериалы. Например, имеются заводы, которые вырабатывают обрезные пиломатериалы брусовым способом для экспорта, и заводы, вырабатывающие необрезные пиломатериалы развальным способом для производства тары. Наряду с этим имеются лесопильные заводы, которые получают сырье разных размерных и качественных характеристик из тяготеющих к ним сырьевых районов. На таких заводах целесообразна специализация отдельных поточных линий распиловки сырья и выработки пиленой продукции определенных характеристик наиболее экономичным способом.

Специализированные поточные линии распиловки сырья определенным способом на продукцию заданных характеристик могут включать разное технологическое и вспомогательное оборудование. Например, распиливать бревна на брусья и брусья на доски можно или на лесопильных рамах первого и второго рядов, или на ленточнопильных, или на круглопильных многопильных станках. Аналогичным образом торцовку можно осуществлять на разнообразных торцовочных устройствах позиционного типа или на проходных торцовочных устройствах слешерного или триммерного типов.

В системы поточных линий с разным технологическим оборудованием можно включать также разнообразное вспомогательное и транспортное оборудование с различным размещением его в пространстве. Ниже приведены современные схемы планировки поточных линий для раскроя сырья на пиломатериалы основными способами на разном технологическом оборудовании и с разными вспомогательными и транспортными средствами.

На рис. 133 показан план второго этажа четырехрамного лесопильного цеха в блоке с окорочным отделением (проект Гипродрева). В цехе размещаются две одинаковые по составу и планировке оборудования поточные линии для распиловки сырья со 100%-ной брусовкой на длинномерные обрезные пиломатериалы. Небольшое различие в оборудовании поточных линий может быть в случае установки на одном из потоков вместо двух окорочных станков ОК63 одного — ОК80, которые в настоящее время еще не выпускаются. Это позволит специализировать потоки в зависимости от размеров распиливаемого сырья.

Распиловка сырья предусматривается вершиной вперед. В цехе осуществляется только предварительная торцовка

досок, а окончательная — после сушки. В проекте цеха принята раздельная сортировка тонких досок, выпиливаемых из боковых зон, и толстых, выпиливаемых из центральных зон бревен. Из кусковых отходов вырабатывается технологическая щепа и обапол.

В каждой поточной линии установлено следующее технологическое оборудование: лесопильная рама первого ряда модели РД75-6 и рама второго ряда модели РД75-7, по два обрезных станка Ц2Д-5А, четыре позиционных торцовочных станка ЦКБ-40, попарно встроенных в торцовочные столы, и двухпильное торцовочное устройство. Перед рамами установлены окорочные станки — по два на поток. К окорочным станкам сырье подается автоматической бревнотаской модели БА-3 с двусторонними сбрасывателями. Поперечными транспортерами, являющимися накопительными площадками перед рамами, окоренные бревна подаются на устройства поштучной выдачи бревен на впередирамные тележки. Выпиленные на лесопильной раме первого ряда брусья, необрезные доски и длинные горбыли попадают на рольганг модели ПРД26-А. Необрезные доски и горбыли доходят до упора в конце рольганга и сбрасываются на поперечный цепной транспортер, подающий их к обрезному станку. Брус при подходе к навесному упору в конце первой секции рольганга снимается брусоперекладчиком ПРД-3А. Перед рамой второго ряда установлен рольганг ПРД-24-2А. Работа брусоперекладчика и рольганга ПРД-24-2А по центрированию и подаче бруса в раму идет по автоматическому циклу.

За рамой второго ряда установлен рольганг ПРД5-4А с разделительным устройством для отделения обрезных и необрезных досок. Толстые обрезные доски поступают на торцовочные столы, предназначенные для вырезки пороков и сортировки досок, а боковые необрезные доски и горбыли сбрасываются на поперечный цепной транспортер, доставляющий их к обрезному станку. Поперечные цепные транспортеры перед обрезными станками являются реверсивными и, в случае необходимости, обеспечивают взаимозаменяемость обрезных станков. В конце поперечных транспортеров расположены кронштейны, на которые попадают доски и горбыли с цепей транспортера. Горбыли перед обрезными станками отделяются от досок и сбрасываются в люк в полу цеха.

Толстые доски с торцовочных столов сталкиваются на устройство подачи и распределения досок, имеющее в своем составе рольганги, рычажные шиберы и сбрасыватели. С помощью шибера доски разделяются на две группы по качеству (например, экспортные и внутрисоюзного потребления) или размеру. Каждая группа по своему ручью следует к накопительным карманам, в которые автоматически сбрасывается с рольгангов сбрасывателями. Из карманов-накопителей пачки досок направляются на участки пакетоформирования.

Боковые доски после обрезки сбрасываются на сборочный поперечный цепной транспортер, с него через люк попадают на устройство (расположенное на первом этаже цеха) для поштучной выдачи досок на двухпильное торцовочное устройство, на котором осуществляется предварительная торцовка досок (отделение концов, вырезка пороков). Далее тонкие доски поступают на устройства для сортировки. Концы досок вместе с горбылями поступают на столы для выработки обапола.

План первого этажа лесопильного цеха показан на рис. 134. В подписи под рисунком перечислен состав оборудования на первом этаже цеха и поясняется его взаимосвязь с оборудованием, расположенным на втором этаже. Годовая производительность цеха по сырью составляет 275 тыс. м^3 при выпуске пиломатериалов внутрисоюзного потребления и 250 тыс. м^3 при выпуске экспортных пиломатериалов. Годовой выпуск пиломатериалов — соответственно 171 и 147 тыс. м^3. В цехе занято 118 человек, из них производственных рабочих 84.

Сравнительная простота технологического процесса в рассматриваемом лесопильном цехе позволяет полностью механизировать технологические операции, а некоторые из них и автоматизировать. Установка перед лесопильными рамами и окорочными станками накопительных (буферных) площадок обеспечивает равномерную работу основного — бревнопильного и окорочного — оборудования.

Торцовочные станки, обычно устанавливаемые перед обрезными станками для распиловки кривых и сильносбежистых досок, в данной планировке отсутствуют. Это упрощает работу на участке обрезки досок. Кроме того, установка двух обрезных станков на поток обеспечивает более равномерную подачу к ним пиломатериалов и, следовательно, менее напряженную работу этих участков. Однако обрезка сильносбежистых и кривых досок без предварительного раскроя приведет к некоторому снижению выхода и уменьшению средней ширины пиломатериалов.

Сортировка толстых досок в потоке лесопильного цеха и вывод их непосредственно к пакетоформировочным машинам упрощают сортировку тонких досок и позволяют использовать для сортировки сырых пиломатериалов по сечениям автоматические устройства.

Принятое в проекте решение о размещении окорочных станков в блоке с лесопильным цехом является наиболее рациональным. В этом случае снижаются затраты на окорку сырья (в связи с тем, что отпадает необходимость в сооружении отдельного здания), сокращаются пути его транспортировки и т. д.

Планировка второго этажа двухрамного лесопильного цеха со смешанной распиловкой сырья (проект Гипродрева) приведена на рис. 135. В этом цехе сырье может распиливаться

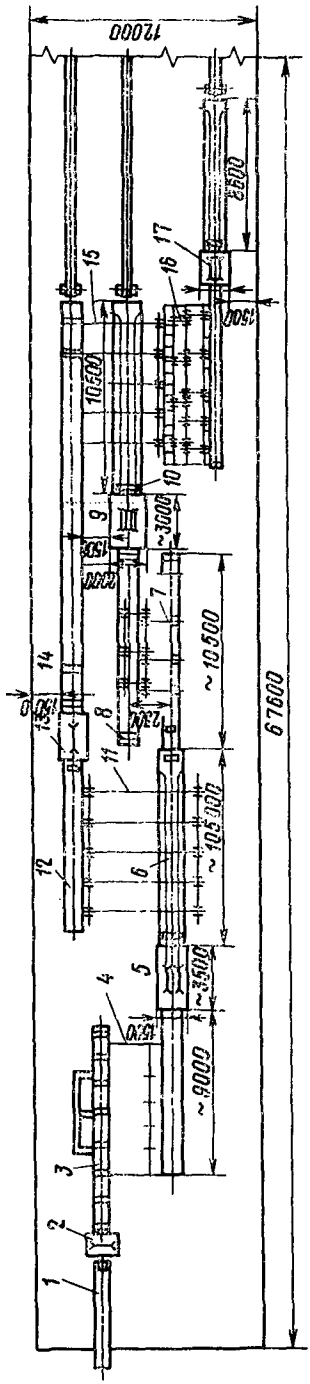


Рис. 136. Линия с круглопильными станками в отдельно стоящем цехе:

1 — бревнотаска; *2* — торцовочный станок для бревен; *3* — рольганг; *4* — питатель; *5* — двухпильный станок; *6* — рольганг; *7* — брусоперекладчик; *8* — рольганг с центрирующими устройствами для брусьев; *9* — многопильный станок; *10* — рольганг; *11* и *15* — поперечные транспортеры; *12* — впередистаночный рольганг; *13* — реберный станок; *14* — рольганг с делительной шиной; *16* — разборщик; *17* — обрезной станок

с брусовкой и вразвал, так как к обеим лесопильным рамам подведены бревнотаски и перед рамой второго ряда установлена впередирамная тележка.

За лесопильными рамами с помощью разделительных шин пиломатериалы разделяются на два потока. Благодаря этому доски от каждой лесопильной рамы поступают на два торцовочных стола, на которых производится отбор горбылей и предварительная торцовка досок. Далее необрезные доски направляются или к обрезным станкам, если пиломатериалы из цеха выпускаются в обрезном виде, или на сортировочную площадку.

На рис. 136 показан план размещенной в отдельном здании поточной линии для распиловки тонкомерных бревен круглопильными станками: двухпильным марки Б2Ц и восьмипильным марки Б8Ц. Комплект установленного в линии вспомогательного и транспортного оборудования спроектирован Вологодским конструкторским бюро деревообработки по техническому заданию Всесоюзного научно-исследовательского института деревообрабатывающих машин (ВНИИДревмаш).

Бревна сначала продольным транспортером, а затем рольгангом подаются на накопительный цепной транспортер. При этом кривые бревна для увеличения выхода пиломатериалов могут быть предварительно расторцованы на круглопильном станке, установленном за бревнотаской.

По команде оператора с по-

мощью отсекателей накопительного транспортера бревна поштучно подаются на впередистаночное устройство двухпильного круглопильного станка марки Б2Ц для продольной распиловки бревен. Пилы этого станка раздвигаются симметрично и могут быть установлены оператором в зависимости от диаметра бревна на выпиловку бруса той или иной толщины.

Из бревна на круглопильном станке марки Б2Ц выпиливаются брус и два толстых горбыля (сегмента). Брус, который на первой секции позадистаночного рольганга с помощью разделительных шин отделяется от горбылей, поступает на вторую секцию рольганга, а горбыли роликами рольганга первой секции сдвигаются (свинчиваются) на поперечный цепной транспортер.

В конце второй секции позадистаночного рольганга брус, нажимая на упор, включает съемную секцию брусоперекладчика, которая переносит его на роликовые шины, предназначенные для размещения запаса брусьев перед многопильным круглопильным станком. С роликовых шин брусья поштучно передаются подъемной секцией брусоперекладчика на рольганг перед многопильным станком марки Б8Ц, который имеет центрирующие устройства для автоматической установки бруса по поставу пил. Пиломатериалы, выпиленные из бруса, от многопильного станка марки Б8Ц транспортируются позадистаночным рольгангом, причем обрезные доски, перемещающиеся по рольгангу между разделительными шинами, затем передаются на ленточный транспортер, доставляющий их к установке для сортировки, а необрезные доски и горбыли с рольганга сбрасываются на поперечный цепной транспортер.

Выпиленные на двухпильном станке марки Б2Ц горбыли поперечным транспортером передаются к ребровому станку. Станочник этого станка снимает горбыли с шин в конце поперечного транспортера и поштучно подает в станок. На ребровом станке от горбыля отделяется одна необрезная доска, которая с помощью разделительной шины на позадистаночном столе отделяется от оставшейся части горбыля, которая в виде отхода удаляется из цеха по ленточному транспортеру и, остановленная упором в конце шин, сбрасывается роликами стола на поперечный транспортер. Таким образом, на поперечный транспортер поступают необрезные доски и горбыли от многопильного станка марки Б8Ц и необрезные доски от ребрового станка. Весь этот материал подается на разборщик, с помощью которого горбыли сбрасываются в люк, а необрезные доски подаются на стол обрезного станка.

Максимальная производительность линии по расчету составляет около 100 тыс. м^3 сырья в год.

На рис. 137 показан план второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками (проект Гипродрева) для распиловки хвойного сырья на черновые заготовки различного

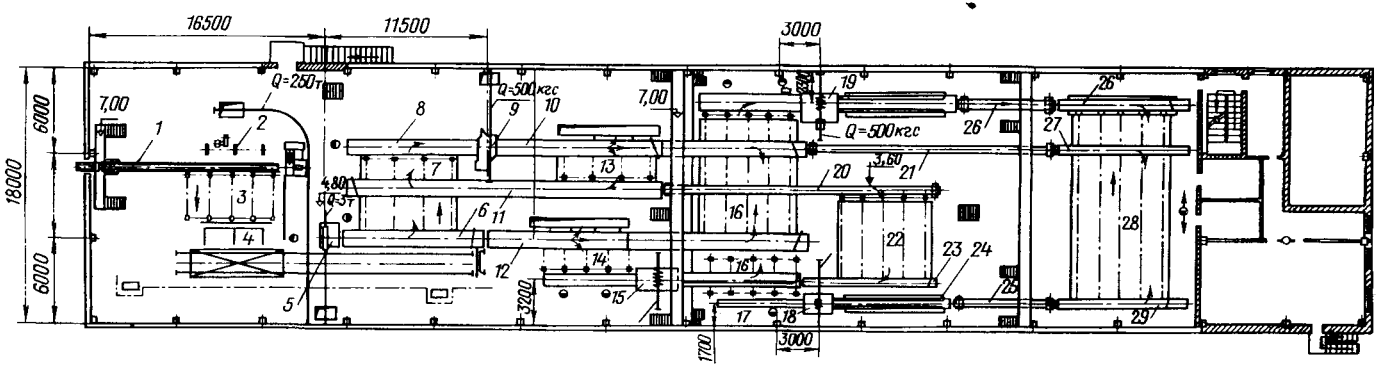


Рис. 137. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками:

1 — продольный цепной транспортер для бревен; *2* — механический сбрасыватель тяжелых бревен СБР-5; *3* — поперечный цепной транспортер (накопитель); *4* — казенка с отсекателем; *5* — вертикальный ленточнопильный станок для продольной распиловки бревен ЛБ-150 в комплекте с тележкой; *6* — рольганг; *7* — поперечный цепной транспортер для горбылей к станку ЛД-125; *8* и *10* — рольганги; *9* — вертикальный делительный ленточнопильный станок ЛД-125 для распиловки горбылей и брусьев; *11* — рольганг возврата горбылей к станку ЛД-125; *12* — распределительный рольганг; *13* — поперечный цепной транспортер для передачи горбылей на рольганг возврата; *14* — поперечный цепной транспортер для подачи сегментов к станку Б5Ц; *15* — пятипильный станок Б5Ц для продольной распиловки сегментов в комплекте с впереди- и позадистаночным столами; *16* — поперечный цепной транспортер для досок к обрезному станку; *17* — впередистаночный стол ПЦ2Д-1А; *18* — трехпильный обрезной станок Ц2Д-5Б; *19* — четырехпильный обрезной станок Ц4Д-3 с впередистаночным столом и рейкоотделительным устройством; *20* — конвейер ленточный для передачи отрезков сегментов к станку ЛД-125; *21* — конвейер ленточный для заготовок от станка ЛД-125; *22* — поперечный цепной транспортер для отрезков сегментов; *23* — рольганг навесной; *24* — рейкоотделительное устройство ПЦ2Д-3А; *25* — конвейер ленточный для заготовок от станка Ц2Д-5Б; *26, 27, 29* — рольганги навесные; *28* — поперечный цепной транспортер для заготовок

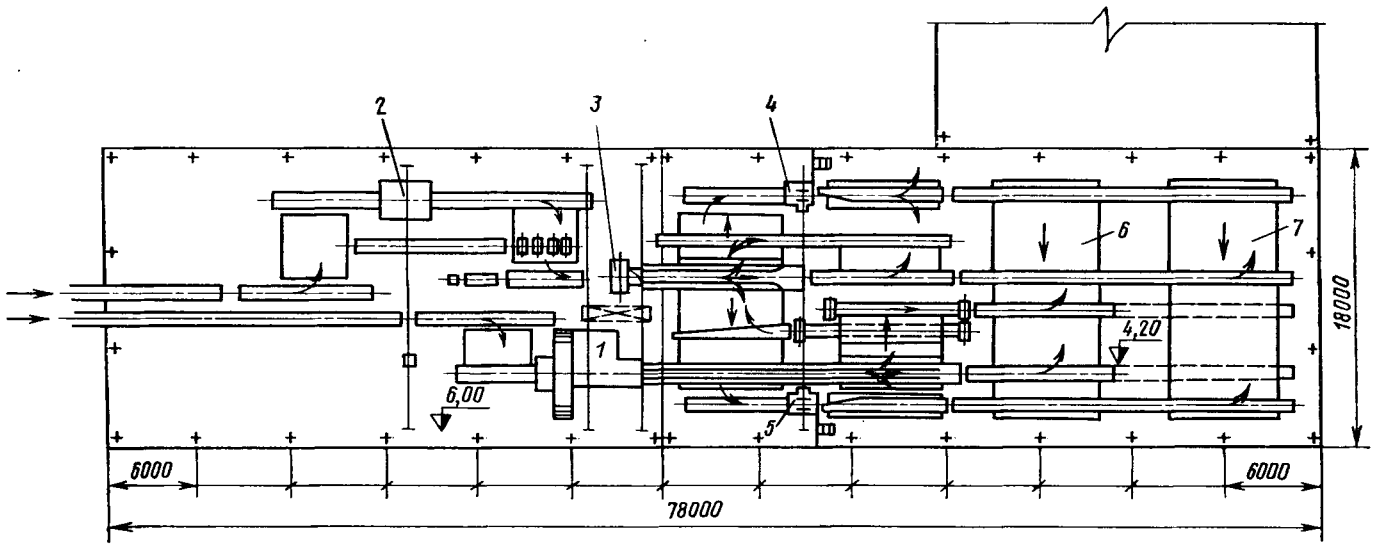


Рис. 138. Схема технологического процесса в двухпоточном лесопильном цехе с фрезернопильными и фрезерным агрегатами:
1 — фрезернопильный агрегат; *2* — фрезерный агрегат; *3* — лесопильная рама 2Р63; *4* — двухпильный обрезной станок; *5* — трехпильный обрезной станок; *6* и *7* — поперечные цепные транспортеры

назначения. Распиловке подлежат пиловочные бревна четвертого сорта и технологические дрова диаметром от 26 см и выше. Основное технологическое оборудование: ленточнопильный станок ЛБ-150 для распиловки бревен на сегменты и брусья, многопильный круглопильный станок марки Б5Ц для распиловки сегментов, делительный ленточнопильный станок ЛД-125 для деления брусьев, толстых досок и горбылей, четырехпильный обрезной станок Ц4Д-3 и трехпильный обрезной станок Ц2Д-5Б. Для вырезки гнили и придания заготовкам стандартной длины на первом этаже цеха установлен 27-пильный торцовочный агрегат модели Ц27К, с которого заготовки поступают на сортировочную площадку (поперечный цепной транспортер ПРД36-5). Годовая производительность цеха по распилу составляет 120 тыс. м³.

На рис. 138 приведена схема технологического процесса в двухпоточном лесопильном цехе (ЦНИИМОД). В одном из потоков установлены фрезерный агрегат для переработки боковых зон бревен в технологическую щепу, лесопильная рама для распиловки брусьев и два обрезных станка для обрезки и продольного раскроя необрезных досок, выпиливаемых из брусьев; в другом — фрезернопильный агрегат. Обрезные доски с каждого потока поступают на поперечные цепные транспортеры: соответственно с первого потока на транспортер *7*, со второго — на транспортер *6*. За каждым потоком закреплена установка для сортировки пиломатериалов. Для торцовки досок перед сортировочными установками предусмотрены централизованные торцовочные устройства. Годовая производительность цеха по распилу сырья составляет около 300 тыс. м³.

§ 21. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАСКРОЕ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Всякое оборудование с вращающимися деталями, движущимися материалами и инструментами может быть источником несчастного случая, если не соблюдаются правила безопасности в работе. Безопасные условия труда в производстве пиломатериалов создаются с внедрением нового механизированного и автоматического технологического, вспомогательного и транспортного оборудования с системами дистанционного управления станками и вспомогательными устройствами. Системы дистанционного управления широко применяются в лесопильном цехе, например, для управления лесопильными рамами, обрезными станками, транспортными устройствами и т. д. Механизация и автоматизация основных и вспомогательных процессов лесопиления освобождают рабочих от непосредственного участия в тяжелом и опасном физическом труде по перемещению бревен и пиломатериалов и при обслуживании оборудования.

Специфические особенности лесопильного производства со-

стоят: в громоздкости и большой тяжести пиловочного сырья и пиломатериалов, падение которых может причинить травму; в использовании для процессов раскроя сырья тяжелых станков с вращательным и возвратно-поступательным движением масс с большими инерционными усилиями (пильные рамки на лесопильных рамах), в применении больших скоростей при обработке материалов на станках и при транспортировании на приводных роликовых и ленточных транспортерах; в возможности выброса со станков обрабатываемых материалов режущими инструментами и т. д. Все это может стать источником серьезной опасности для работающих, если в производственных процессах не предусмотрены меры, предупреждающие ее возникновение, если нет ограждения опасных зон и не соблюдаются всеми работающими обязательные для них правила безопасных методов труда.

Исходя из правил техники безопасности в деревообрабатывающих производствах и производственной эксплуатации, предусматривающих создание безопасных условий работы, в лесопильном цехе требуется выполнение следующих общих мероприятий. Все технологическое оборудование следует монтировать на соответствующих техническому расчету фундаментах, не допускающих качания или вибрации оборудования выше установленных норм во время работы. Удаление опилок, реек и горбылей от станков и сбрасывание пиломатериалов с транспортера на транспортер должно производиться автоматически. Для предотвращения выхода за установленные пределы бревен и пиломатериалов требуется установка конечных выключателей и специальных опорных устройств и ограждений. У всех станков, машин и механизмов должны ограждаться опасные рабочие зоны для предотвращения травмирования людей движущимися элементами оборудования (режущим инструментом, валами и т. п.), а также перемещающимся материалом. Для перехода через транспортеры необходимо устраивать мостики.

Для предупреждения несчастных случаев на лесопильных рамах необходимо оградить вращающиеся и движущиеся поступательно элементы станка, опасные для рабочих во время работы: в нижнем этаже — коленчатый вал, в верхнем — движущиеся части механизма подачи, проемы в станине (над и под подающими вальцами), через которые возможны выброс кусковых отходов, осколков пил, а также соприкосновение рабочих с движущими частями станка. На лесопильных рамах новых конструкций опасные зоны надежно ограждены, следует только постоянно следить за их исправным состоянием. Очень важно обеспечить автоматическую блокировку ограждений коленчатого вала с пусковым и тормозным устройствами. Тормозное устройство современных лесопильных рам предназначено для остановки пильной рамки в верхнем крайнем положении, наиболее удобном для смены постава пил и обеспечения безопасной

работы обслуживающего персонала в процессе эксплуатации рам. Тормозное устройство имеет механическую блокировку с ограждением коленчатого вала, которая не позволяет открывать ограждение при расторможенном коленчатом валу, а при открытом ограждении — растормозить коленчатый вал. Тормозное устройство кроме механической имеет электрическую блокировку, которая не позволяет пускать рамы при открытом ограждении, что обеспечивает бóльшую надежность.

Передние ворота лесопильных рам должны быть сблокированы с пусковым устройством, чтобы пуск лесопильной рамы был невозможен при открытых или не полностью закрытых воротах. Одним из необходимых способов обеспечения безопасной работы на двухэтажных лесопильных рамах, кроме ограждений, является двусторонняя светозвуковая сигнализация между верхним и нижним этажами. Более надежна двукратная подача световых и звуковых сигналов из верхнего и нижнего этажей. Первые предупредительные сигналы подаются с верхнего этажа перед пуском рамы, а вторые — в момент пуска после того, как в верхнем этаже получены с нижнего ответные сигналы, разрешающие пуск рамы. Вторичные сигналы подаются автоматически в момент пуска лесопильной рамы.

Рельсовые пути для впередирамных тележек должны быть уложены так, чтобы головки рельсов находились заподлицо с полом. Колеса рамных тележек должны иметь ограждение. Бревнотаски должны иметь автоматические остановы и быть оборудованы механическими бревносбрасывателями. Накопители бревен со стороны лесопильной рамы должны иметь заградительный барьер. Бревнотаски, сбрасыватели и отсекатели бревен должны иметь дистанционное управление с рабочего места рамщика.

Тяжелые ленточнопильные станки для распиловки бревен, имеющие привод в нижнем этаже лесопильного цеха, должны иметь двустороннюю светозвуковую сигнализацию. Должно быть также запорное устройство, которое исключало бы возможность случайного пуска станка во время смазки или осмотра его. У ленточнопильных станков возможен обрыв ленты. Поэтому они должны иметь специальное приспособление для улавливания ленты в случае ее обрыва. Кроме того, ленточнопильный станок должен быть оборудован приспособлением, автоматически очищающим нижний шкив от опилок, и приспособлением, препятствующим спадению ленты в сторону подачи материала.

Все основные узлы фрезернопильных агрегатов должны закрываться ограждениями, сблокированными с пусковым и тормозным устройствами станка. Агрегаты должны иметь автоматическую звуковую сигнализацию пуска. Электрическая схема управления агрегатами должна обеспечивать остановку всей линии в случае отключения одного из электродвигателей соб-

ственно агрегата и невозможность подачи материала на невключеный или остановившийся орган резания.

Круглопильные станки для продольной распиловки бревен, брусьев и досок имеют пильные диски с большим числом оборотов и механизмы подачи с высокими скоростями. Эти скорости опасны, если не оградить режущие инструменты станка. Большую опасность представляют все вращающиеся части станка, если они не защищены. На круглопильных станках возможен захват материала зубьями пил и выброс с большой силой. При неправильной эксплуатации станков и пил возможны поломка зубьев и разрушение дисков, срыв пил со шпинделей. Это может причинить серьезные травмы рабочим.

Для предотвращения выброса материала у однопильных бревнопильных станков позади пилы, в одной плоскости с ней, устанавливается расклинивающий нож. На многопильных станках для продольной распиловки бревен, брусьев позади пил, в одной плоскости с ними, устанавливаются расклинивающие и направляющие ножи. Кроме того, с той же целью, на многопильных круглопильных станках для продольной распиловки бревен, брусьев и досок перед пилами следует устанавливать заклинивающие упоры в виде завесы из стальных прямых пластинок или зубчатых пластинок криволинейной формы, препятствующие выбросу материалов и отходов. Приспособления для подъема завес из упоров должны быть сблокированы с пусковым устройством станка. При подъеме упоров для обратной подачи материала механизм резания должен выключаться. Подъем завес до полной остановки пил запрещается.

Для предупреждения несчастных случаев при работе на круглопильных станках должны строго соблюдаться правила, обеспечивающие безопасность в работе. Правилами предусматривается обязательное ограждение верхней и нижней частей пильных дисков, привода и всех движущихся частей станков. На шпалорезном станке верхняя нерабочая часть дополнительной пилы должна закрываться сплошным ограждением. Нижняя нерабочая часть основного пильного диска должна быть закрыта ограждением или щитками. На всех круглопильных станках место работающего должно находиться сбоку стола, а не по оси, проходящей через плоскости пропилов.

На торцовочных станках в случае отсутствия ограждения пилы возможны тяжелые повреждения рук рабочего при преждевременном или случайном нажатии на педаль. Ушибы рук бывают при сбросе досок на торцовочный стол или при резком подъеме пильного диска из-под стола (не прижатая к линейке доска может подскочить и ударить рабочего по рукам). Серьезные травмы могут причинять отходы, получающиеся при торцовке. Захваченные зубьями пильного диска, они могут быть отброшены в сторону с большой силой. Для предупреждения травматизма торцовочный стол необходимо зашить со всех

сторон до самого пола досками; для осмотра станка сделать плотно закрывающиеся дверцы. Над пильным диском в месте выхода его над поверхностью стола поставить оградительный кожух, сблокированный с педалью и автоматически опускающийся в момент подъема пилы. Щель в столе для прохода пилы должна быть не более 10 мм. Над педалью, включающей гидропривод подъема пилы, для предупреждения случайного нажатия нужно иметь защитный козырек. Безопаснее педаль помещать под столом станка, сделав соответствующее отверстие для ноги. Поверхность педали должна быть шероховатой. Рабочее место станочника необходимо сдвинуть от плоскости пилы на расстояние не менее 0,4 м.

В торцовочных установках проходного типа рабочие удалены от пил, в результате чего отсутствует непосредственная опасность пореза. Однако на станках этих установок возможен выброс материала. Для предупреждения травматизма торцовочные установки ограждают щитами из толстой сетки по всей ширине. Со стороны выхода досок станок необходимо изолировать от окружающих прочной стенкой. По обе стороны от каждой пилы надо установить плоские нажимные пружины, не позволяющие торцуемым доскам подскакивать при прохождении под пилами.

Глава 10. ПРОЦЕССЫ СОРТИРОВКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СОРТИРОВКИ ТОВАРНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ВНУТРИЗАВОДСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

Производственный процесс лесопиления включает сортировку пиломатериалов. Основные признаки, по которым сортируют пиломатериалы, следующие: порода, качество, толщина, ширина и длина, характер обработки и назначение. По каждому признаку количество сортировочных групп может быть различным. Оно зависит от назначения и дальнейшего использования пиломатериалов, типа предприятия, условий его работы и т. д. В процессе сортировки необходимо выявить, к какой сортировочной группе относится каждая доска, и распределить все доски по местам, соответствующим сортировочным группам. В связи с этим процесс сортировки пиломатериалов включает две операции. В первой операции осуществляется контроль качества — установление сорта и назначения каждого сортимента пиломатериалов в зависимости от качества древесины и качества обработки. Контроль сопровождается нанесением на доску условного обозначения, соответствующего ее сорту и назначению. Вторая операция — это разборка прошедших конт-

роль качества пиломатериалов согласно их принадлежности к той или иной сортировочной группе.

Сортировка пиломатериалов — очень важная и ответственная операция. Вырабатываемые в лесопильном цехе пиломатериалы отличаются большим разнообразием по качеству, размерам, характеру обработки, назначению и т. д. Поэтому от сортировки пиломатериалов в значительной степени зависят объемный и посортный выход пиломатериалов, качество сушки и производительность сушильных камер, рациональная организация хранения и отгрузки пиломатериалов, эффективное использование их при изготовлении изделий деревообработки и т. д.

Сортировка товарных пиломатериалов (экспортных и спецификационных внутреннего рынка) начинается в лесопильном цехе (в виде предварительного контроля качества, который обычно осуществляется на торцовочных столах или устройствах), а заканчивается с отгрузкой пиломатериалов, включая несколько основных этапов (стадий). Современный процесс производства товарных пиломатериалов предусматривает трехстадийную сортировку пиломатериалов. Помимо формирования сечений пиломатериалов и их предварительной торцовки в лесопильном цехе, процесс включает следующие операции, выполняемые вне лесопильного цеха: сортировку сырых пиломатериалов по размерам сечения; укладку сушильных пакетов и штабелей; защитную (антисептическую) обработку пиломатериалов и их сушку; контроль качества, торцовку и сортировку по сортам сухих пиломатериалов; сортировку пиломатериалов по длинам и формирование транспортных пакетов.

Третья стадия сортировки пиломатериалов — это сортировка по длинам. Она позволяет отгружать пиломатериалы в пакетах, сформированных в основном из досок одной длины, одного сечения и породы, и тем самым наиболее полно использовать грузоподъемность транспортных средств, упростить учет продукции и т. д. При двухстадийной сортировке пиломатериалов сортировка по длинам не выделяется в отдельную стадию.

Пиломатериалы внутризаводской переработки в отличие от товарных сразу после сушки поступают в раскройный цех. Поэтому они проходят одностадийную сортировку, которая производится по многим признакам, в том числе по назначению, сортам, сечениям и длинам. Сортировка пиломатериалов перед сушкой по длинам позволяет увеличить объемное заполнение штабелей и их жесткость. Однако в условиях одностадийной сортировки, отличающейся высокой дробностью, сортировка по длинам обычно очень ограниченна и, как правило, сводится к отделению коротких досок от длинных.

Одностадийная сортировка для товарных пиломатериалов применяется в случае, когда окончательная торцовка досок производится в лесопильном цехе. Недостатки окончательной

торцовки досок до сушки рассматривались выше. Высокая дробность сортировки пиломатериалов и необходимость визуальной оценки качества досок снижают производительность труда при одностадийной сортировке и ограничивают возможность механизации и автоматизации.

При двух- и трехстадийной сортировке процесс сортировки пиломатериалов на каждой отдельной стадии упрощается, что создает условия для полной его механизации, а на стадиях сортировки пиломатериалов по сечениям и длинам — для автоматизации. Наилучшие возможности для сортировки товарных пиломатериалов в две и три стадии создаются при условии специализации лесопильных потоков по назначению вырабатываемых пиломатериалов и качеству распиливаемого сырья. Если сырье по качеству не будет полностью соответствовать пиломатериалам, то в лесопильном потоке будут вырабатываться разные по назначению пиломатериалы. Например, наряду с экспортными будут идти пиломатериалы для внутрисоюзного потребления. В этом случае, особенно при визуальном разделении пиломатериалов по назначению в сыром виде, нельзя полностью автоматизировать процесс сортировки по сечениям. При разделении пиломатериалов по назначению после сушки значительно увеличится дробность сортировки на установках для торцовки и сортировки пиломатериалов по сортам, что усложнит работу контролеров качества, приведет к увеличению подстопных мест на этих установках и другим недостаткам. Количество сортировочных групп (дробность сортировки) для досок одной толщины по поставу равно

$$n = blsm, \tag{189}$$

где b — количество групп ширин досок;

l — количество групп длин досок;

s — количество групп сортности досок;

m — количество групп по степени обработки досок.

Поэтому дробность сортировки по одному поставу может быть определена по следующей формуле (для одной породы):

$$n_{\text{п}} = n_1 + n_2 + \ldots + n_n, \tag{190}$$

где n_1, $n_2 \ldots$, n_3 — количество сортировочных групп для досок разных толщин по поставу.

Дробность сортировки в сильной степени зависит от способа распиловки бревен по поставам. Наибольше количество сортировочных групп получается при распиловке бревен развальным способом на обрезные доски. При развальном способе для лучшего использования сырья в постав обычно включают доски трех размеров толщины (за исключением распиловки на тонкие пиломатериалы одной толщины). По ширине, вследствие рассеивания, центральные и сердцовые доски могут быть двух размеров, а боковые — трех-четырех размеров. Длина досок из сбеговой зоны бывает нескольких градаций.

При распиловке бревен на обрезные доски брусовым способом дробность сортировки сокращается вследствие включения в постава в зоне бруса досок одной или двух толщин и выпуска из этой зоны досок только одной ширины. Наименьшая дробность сортировки характерна для распиловки бревен вразвал на необрезные доски, так как в этом случае не требуется их сортировка по ширине.

По приведенным выше формулам (189) и (190) определяют дробность сортировки для каждого постава, закрепленного по плану раскроя за одним лесопильным потоком. Наибольшее из значений дробности сортировки по отдельным поставам принимается за общую дробность сортировки пиломатериалов для лесопильного потока, т. е.

$$n_{\text{общ}} = n_{\text{п}_{\max}}. \tag{191}$$

Если производительность сортировочного устройства позволяет подавать на него доски с нескольких (или всех) лесопильных потоков цеха, то общая дробность сортировки пиломатериалов будет равна

$$n_{\text{общ}} = n_{\text{п}_{\max_i}} + \Sigma_n, \tag{192}$$

где $n_{\text{п}_{\max_i}}$ — наибольшая по величине (по сравнению с другими потоками) общая дробность сортировки пиломатериалов на одном из потоков (индекс указывает номер потока), обслуживаемых сортировочным устройством;

Σ_n — количество сортировочных групп для досок разных толщин, которые не входят в постав с $n_{\text{п}_{\max_i}}$, но могут одновременно вырабатываться по поставам на других потоках, обслуживаемых одним сортировочным устройством.

Для упрощения сортировки пиломатериалов необходимо стремиться к тому, чтобы количество различных сорторазмеров пиломатериалов, одновременно поступающих на сортировку, было как можно меньше. С этой целью в лесопильном цехе рационально одновременно вести распиловку бревен только одной породы, обеспечив необходимую сортировку сырья по размерам и качеству. Следует избегать частой смены поставов, а постава для одновременной работы подбирать так, чтобы часть сортиментов в них повторялась. При составлении плана раскроя нужно стремиться к возможно меньшему числу толщин досок в поставе, особенно боковых.

Общее количество подстопных мест (карманов) на сортировочном устройстве при одностадийной сортировке пиломатериалов равно

$$K' = n_{\text{общ}} + R, \tag{193}$$

где R — количество резервных мест для укладки наиболее ходовых, т. е. отличающихся большим объемом сортиментов, пиломатериалов; его определяют из плана раскроя по соотношению объема различных сортиментов, одновременно поступающих в сортировку.

При двухстадийной сортировке общее количество подстопных мест можно определить по формуле

$$K'' = K_1 + K_2 = (n'_{\text{общ}} + R) + (sl + R_1), \qquad (194)$$

где K_1 — количество подстопных мест на сортировочном устройстве для сортировки сырых пиломатериалов (первая стадия);

K_2 — количество подстопных мест на сортировочном устройстве для сортировки сухих пиломатериалов (вторая стадия, на которую одновременно поступают пиломатериалы одного сечения);

$n'_{\text{общ}}$ — общая дробность сортировки пиломатериалов, определяемая по формулам (191) и (192) с учетом того, что на первой стадии их сортировка производится по сечениям и, возможно, по длинам (например, на длинные и короткие);

R_1 — количество дополнительных подстопных мест на второй стадии сортировки для отпада от основных по назначению пиломатериалов (например, экспортных) и технического брака (принимается равным одному-двум местам).

Общее количество подстопных мест при трехстадийной сортировке пиломатериалов равно

$$K''' = K_1 + K_2 + K_3 = (n'_{\text{общ}} + R) + (s + R_1) + l, \qquad (195)$$

где K_3 — количество подстопных мест для сортировки досок по длинам (третья стадия, на которую одновременно поступают пиломатериалы, предварительно рассортированные по сечениям и сортам).

§ 2. УСТРОЙСТВА ДЛЯ СОРТИРОВКИ СЫРЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Для сортировки сырых пиломатериалов применяют специальные сортировочные устройства. Операции контроля качества и разборки пиломатериалов на этих устройствах осуществляются при продольном, поперечном или круговом движении досок. Для перемещения досок в сортировочных устройствах в основном используют цепные, ленточные и роликовые транспортеры и иногда диски (при круговом движении пиломатериалов).

Сортировочные устройства с продольным движением досок представляют собой ленточные или роликовые транспортеры, по обе или одну сторону которых располагаются подстопные места для укладки сортированных пиломатериалов. С продоль-

ных транспортеров доски снимают вручную или механическим способом. На этих сортировочных устройствах пиломатериалы можно рассортировать только на ограниченное количество сорторазмеров. При большой дробности сортировки такое устройство будет очень длинным, так как для размещения каждой симметричной пары подстопных мест потребуется 7—8 м длины сортировочного устройства. Кроме того, большие скорости пиломатериалов при продольном перемещении в лесопильном производстве затрудняют контроль качества и снятие досок с сортировочного транспортера, особенно если последняя операция осуществляется вручную. Поэтому сортировочные устройства с продольным перемещением пиломатериалов используют главным образом для сортировки коротких досок или заготовок. Максимальная скорость продольного перемещения пиломатериалов при сортировке должна быть в пределах 15—20 м/мин.

Наибольшее распространение на лесопильных предприятиях получили сортировочные устройства с поперечным движением пиломатериалов.

Устройства для сортировки сырых пиломатериалов различают по степени механизации и автоматизации процесса сортировки. Большое распространение получили сортировочные устройства (сортплощадки) на базе поперечного цепного транспортера. К ним относятся устройства типа ТСП-3. Эти сортировочные устройства универсальны. Они применяются как для одностадийной сортировки пиломатериалов, так и для сортировки досок на первой стадии при двух- или трехстадийной сортировке пиломатериалов. В данных сортировочных устройствах рабочие сортируют доски вручную. Принципиальная схема сортировочного устройства ТСП-3 представлена на рис. 139.

Пиломатериалы с помощью продольных (ленточных или роликовых) транспортеров выносят из лесопильного цеха и сбрасывают на поперечный цепной транспортер посредством сбросных полок или навесных рольгангов. По длине транспортера выделяются три участка: приемный, куда сбрасывают доски, контроля качества пиломатериалов, в пределах которого определяют сорт досок и маркируют их, и разборочный, вдоль которого укладывают пакеты сортированных пиломатериалов. Иногда на участке для контроля качества пиломатериалов устанавливают позиционные круглопильные станки для выборочной торцовки досок.

Верхние ветви четырехцепного сортировочного транспортера перемещаются по деревянному настилу, ширина которого на 1—1,5 м меньше самых длинных досок. Это позволяет рабочим стаскивать доски с цепей, захватывая их за свисающие концы. Рабочие, занятые разборкой досок, находятся в специальных коридорах, расположенных по обеим сторонам сортировочного транспортера. Верхние цепи сортировочного транспортера находятся обычно на высоте около 2 м от уровня земли, а пол

в коридоре на 0,75—0,8 м ниже уровня верхних цепей. Для облегчения стаскивания досок с цепей на барьерах сортплощадки устанавливают ролики. Сортировочные устройства типа ТСП-3 позволяют сортировать пиломатериалы на большое число сортировочных групп, так как каждое подстопное место по длине разборочной части сортплощадки занимает только около 2 м. Производительность таких устройств достигает 30—35 досок в минуту при сравнительно небольших скоростях движения тя-

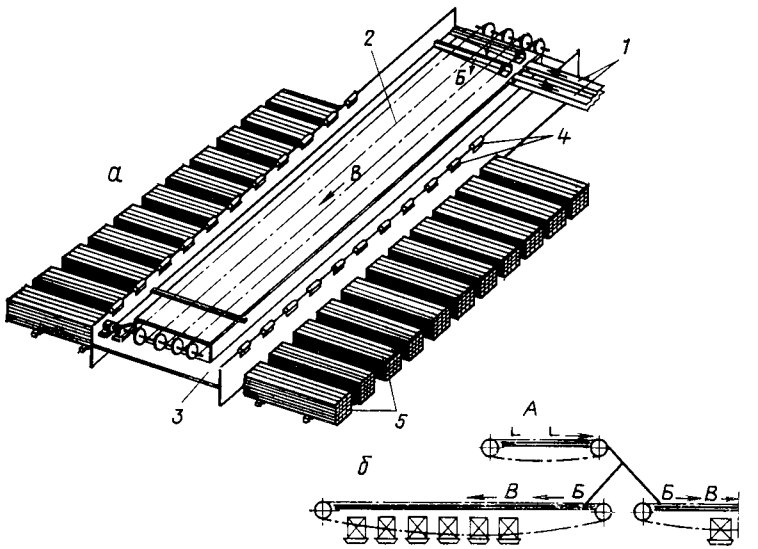


Рис. 139. Схема сортировочного устройства ТСП-3:

а — одноэтажного; *б* — двухэтажного; *А* — приемный участок сортировочного устройства; *Б* — участок контроля качества пиломатериалов; *В* — разборочный участок: *1* — продольные транспортеры, выносящие доски из лесопильного цеха; *2* — поперечный цепной транспортер; *3* — коридор; *4* — ролики на барьерах сортплощадки; *5* — пакеты сортированных пиломатериалов

гового органа, обычно на превышающих 12 м/мин. Указанные скорости движения сортировочного транспортера благоприятны для контроля качества досок и разборки пиломатериалов. Такие скорости возможны только при поперечном движении досок.

Иногда в сортировочных устройствах с поперечным движением досок участки приема и контроля качества досок отделяют от разборочного участка и располагают в верхнем этаже. Образование второго этажа позволяет сократить длину сортировочного устройства, но увеличивает его высоту. Одноэтажные сортировочные устройства лучше сочетаются с местами выхода пиломатериалов из лесопильного цеха.

К универсальным сортировочным устройствам относится также устройство с круговым движением досок — карусельное, в котором пиломатериалы, выносимые из лесопильного цеха

продольными транспортерами, сбрасываются на вращающийся диск. С этого диска рабочие, находящиеся в коридоре по периметру диска, стаскивают доски и укладывают в пакеты. Карусельные устройства обеспечивают хорошую сортировку пиломатериалов в пределах принятой дробности, так как каждая пропущенная доска после одного оборота возвращается к соответствующему подстопному месту. Однако фронт разборки у карусельных сортплощадок ограничен всего лишь 35—40 подстопными местами. Поэтому их можно применять на заводах с малой производительностью, где установлено не более двух рам. В последнее время карусельные сортплощадки все больше рекомендуются для сортировки заготовок.

Длина сортировочного устройства с поперечным движением досок может быть определена как сумма длин составляющих его участков, а именно:

$$L = l_{\text{пр}} + l_{\text{к}} + l_{\text{разб}} \text{ м}, \tag{196}$$

где $l_{\text{пр}}$ — длина приемного участка;

$l_{\text{к}}$ — длина участка контроля качества пиломатериалов;

$l_{\text{разб}}$ — длина разборочного участка.

Длину участка контроля качества определяют по формуле

$$l_{\text{к}} = \frac{ch}{p} \text{ м}, \tag{197}$$

где c — количество досок, поступающих на сортировочное устройство из лесопильного цеха в минуту;

h — длина сортировочного устройства, отводимого на одного контролера (принимается равной 4 м);

p — производительность одного контролера в штуках досок в минуту (принимается 6—8 досок при определении сорта досок и 9—10 досок при упрощенном контроле).

Качество пиломатериалов не обязательно проверять на сортировочном устройстве. На ряде современных лесопильных заводов контроль качества осуществляют в потоке лесопильного цеха перед торцовкой на специальных контрольных столах. В этом случае пиломатериалы на сортплощадке или не контролируют по качеству, или делают только контрольную проверку.

Количество досок, поступающее на сортировочное устройство в минуту с одного потока лесопильного цеха, может быть определено на основании плана раскроя по формуле

$$c_{\text{п}} = \frac{a}{r}, \tag{198}$$

где a — количество досок по поставу;

r — соответствующий этому поставу ритм работы лесопильной рамы, мин.

Тогда общее количество досок, поступающее из цеха на сортировочное устройство в минуту, или, иначе, объем работ для сортировочного устройства, можно определить по формуле

$$c = c_1 + c_2 + \ldots + c_n \qquad (199)$$

или

$$c = \sum_{i=1}^{n} c_i,$$

где c_i — количество досок, которое может за минуту поступить на сортировочное устройство с одного потока; в индексе указан номер потока.

Длина разборочной части сортировочного устройства зависит от количества подстопных мест, которые требуется расположить возле сортировочного устройства. При раскладке пиломатериалов на обе стороны разборочного участка транспортера длину разборочной части определяют по формуле

$$l_{\text{разб}} = \frac{k}{2} \cdot u \text{ м}, \qquad (200)$$

а при раскладке на одну сторону

$$l_{\text{разб}} = ku \text{ м}, \qquad (201)$$

где k — количество подстопных мест (пакетов), которое требуется разместить у сортировочного устройства [см. формулы (193), (194), (195)];

u — длина сортировочного устройства, потребная для размещения одного подстопного места.

Необходимую для разборки пиломатериалов скорость поперечного цепного транспортера определяют по следующей формуле:

$$v = c(b + x) \text{ м/мин}, \qquad (202)$$

где c — количество досок, поступающих на сортировочное устройство из лесопильного цеха в минуту (объем работ);

b — средняя ширина доски, м;

x — величина интервала между досками (принимается равной 100—150 мм для того, чтобы избежать при съеме доски набегания на нее следующей доски).

Скорость сортировочного транспортера не должна превышать 10—12 м/мин. В противном случае для обслуживания лесопильного цеха требуется установить два (или более) сортировочных устройства. Раскладывать пиломатериалы, принадлежащие к той или иной сортировочной группе, на сортировочных устройствах типа ТСП-3 следует согласно плану размещения подстопных мест. Для правильной рассортировки пиломатериалов с наименьшими затратами труда необходимо обеспечить наиболее целесообразную последовательность в размещении подстопных мест у сортплощадки. С этой целью по длине сор-

тировочного транспортера, как правило, сначала располагают наиболее толстые пиломатериалы, а также те, которые вырабатываются в большом количестве, а затем — тонкие и пиломатериалы, вырабатываемые в небольшом количестве.

На разборке каждый рабочий может обслуживать одновременно пять-восемь подстопных мест. Количество рабочих для подравнивания досок в пакетах обычно определяют из расчета один рабочий на 20—25 подстопных мест.

Контроль качества и разборка пиломатериалов, выходящих непрерывным потоком из лесопильного цеха, — очень трудоемкие и тяжелые операции. Механизации и автоматизации этих работ уделяется очень много внимания. Большим недостатком рассмотренных установок являются также неблагоприятные условия для работы особенно в зимнее время, когда рабочим приходится работать при температуре наружного воздуха и без защиты от ветра.

Механизация и особенно автоматизация процесса сортировки позволяют значительно повысить производительность труда и создать благоприятные условия для работы. Механизированные сортировочные установки относятся к специализированным устройствам, предназначенным для сортировки обрезных пиломатериалов по размерам сечения и сортам. Определение размеров и качества досок в этих установках производится визуально, а распределение досок по подстопным местам — автоматически, с помощью селекторной системы управления. Команда на направление доски на соответствующее ее сорторазмеру подстопное место подается оператором установки вручную (рукояткой, расположенной на колонке управления селекторной системой). Формирование плотных пакетов сортированных досок на этих установках также выполняется вручную.

К механизированным сортировочным устройствам относится полуавтоматическая сортплощадка или установка ПСП. Эта установка может иметь 12, 18, 24, 30 и 36 карманов-накопителей для пиломатериалов, прошедших сортировку. Поэтому установки ПСП соответственно обозначаются: ПСП-12, ПСП-18 и т. д.

Установка ПСП (рис. 140) состоит из питающего транспортера *3*, распределительного транспортера *1*, транспортера селекторной системы *8*, колонки управления *2*, карманов-накопителей *10*, накопительных полок *11* и выносных транспортеров *9*.

По требованию заказчика установка может оснащаться устройством ПСПП для разборки неорганизованных пачек досок и поштучной выдачи досок на питающий транспортер. Работа ПСПП синхронизируется с работой питающего транспортера сортирующей установки. Устройство ПСПП состоит из наклонного транспортера *6*, торцеравнительного рольганга *5* и роликовых шин *4*. Оно работает следующим образом: поступающие из лесопильного цеха доски накапливаются на поперечном цеп-

ном транспортере 7, который затем подает их по 5—15 шт. в приямок наклонного транспортера устройства. Упорами цепей наклонного транспортера доски захватываются из приямка и подаются на торцеравнительный рольганг. Косопоставленные ролики торцеравнительного устройства перемещают доски вдоль продольной оси рольганга до упора и выравнивают их по одному торцу. Далее доски отсекающим механизмом устройства поштучно выдаются на роликовые шины, с помощью которых они передаются на питающий транспортер сортировочной установки. Управляется устройство с пульта, расположенного возле него. Сортировка досок на установках ПСП производится следующим образом: когда питающий транспортер подает доски,

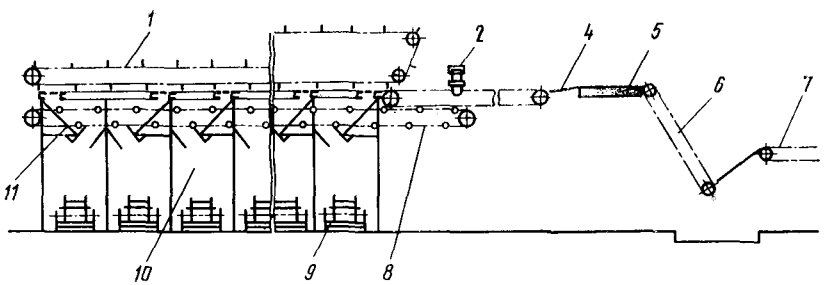


Рис. 140. Схема механизированной сортировочной установки ПСП-36 с устройством для разборки неорганизованной пачки досок ПСПП:

1 — распределительный транспортер; *2* — колонка управления; *3* — питающий транспортер; *4* — роликовые шины; *5* — торцеравнительный рольганг; *6* — наклонный транспортер; *7* — поперечный цепной транспортер; *8* — транспортер селекторной системы; *9* — выносной транспортер; *10* — карман-накопитель; *11* — накопительная полка

оператор определяет размеры и оценивает качество каждой доски в отдельности. По команде оператора доски поступают в соответствующие накопители согласно своему размеру.

Селекторная система располагается сбоку от распределительного транспортера и состоит из двух цепей, жестко связанных между собой осями. Расстояние между осями равно шагу упоров на цепях распределительного транспортера. На каждой оси имеется диск. Последний может перемещаться по оси, занимая на ней различные положения. Количество возможных положений диска на оси равно числу накопителей. Перемещая рукоятку на колонке управления *2*, оператор (с помощью системы промежуточных механизмов) устанавливает тем самым диск в рабочее положение.

Скорость цепей селекторного транспортера равна скорости движения цепей распределительного транспортера. Поэтому диск, двигаясь немного впереди доски, с ней и перемещается синхронно. С питающего транспортера доски попадают под нижние ветви цепей распределительного транспортера. Последние продвигают доски вдоль линии карманов-накопителей, пе-

рекрытых шиберными устройствами с рычагами разной длины. Возле заданного накопителя диск селекторной системы надвигается на рычаг, который по длине соответствует положению диска на оси, и поднимает его в верхнее положение. Будучи в верхнем положении, рычаг нажимает на конечный выключатель, который подает сигнал на подъем шиберного устройства и шибер открывается, а доска падает в карман-накопитель. Сброшенная в накопитель доска сначала задерживается на наклонной полке. Когда полка заполняется досками, рабочий, обслуживающий накопитель, поворачивает запорные рычаги и доски падают на одну из тележек, закрепленных на цепях выносного транспортера, где вручную формируется плотный пакет. Сформированный пакет досок удаляется из кармана-накопителя продольным двухцепным транспортером. Сортировочные установки ПСП устанавливаются за лесопильным цехом на бетонном фундаменте. Техническая характеристика ПСП приводится ниже.

Техническая характеристика механизированных сортировочных установок ПСП

Размеры досок:	
длина, м	2—7
ширина, мм	80—280
толщина, мм	16—100
Пропускная способность, количество досок в минуту	до 30
Шаг упоров цепей, мм	840
Скорость перемещения цепей, м/с	0,21; 0,28; 0,42
Размеры формируемого пакета, мм:	
длина	7000
ширина	1150
высота	1100
Установленная мощность электродвигателей, квт	114,8
Габарит установки (без приемного транспортера), м	63,2×8,4×5,2
Масса установки, т	109,6

Новая модель механизированной сортировочной установки ПСП-36А отличается от установки ПСП-36 тем, что доски в накопителях укладываются не на продольные выносные транспортеры, а на неприводные тележки, установленные на рельсах. Тележки выкатываются из кармана рабочими вручную. В этой установке пиломатериалы с неприводной тележки могут быть переложены на траверсную тележку, которая перемещается вдоль установки. Это позволяет монтировать установку в закрытом отапливаемом помещении. Установка марки ПСП-36А по сравнению с установкой ПСП-36 имеет накопители большей ширины. Это позволяет формировать прогрессивные по сечению пакеты шириной 1350 и высотой 1300 мм.

Автоматические сортировочные устройства предназначены для автоматической сортировки обрезных досок по сечениям на основе команд, получаемых от датчиков, измеряющих тол-

щину и ширину досок. В случае, когда требуется сортировка досок не только по сечениям, но и по качеству, установки работают в полуавтоматическом режиме при визуальном определении качества досок. На автоматизированных сортировочных установках по качеству пиломатериалы обычно сортируются на ограниченное число групп (две-три группы).

На рис. 141 показана схема установки АСД-30. Из лесопильного цеха доски выносят на поперечный цепной транспортер *7*. Последний подает доски в приямок наклонного транспортера *6*. С наклонного транспортера доски поступают на торцеравнительный рольганг для выравнивания по одному торцу, а затем

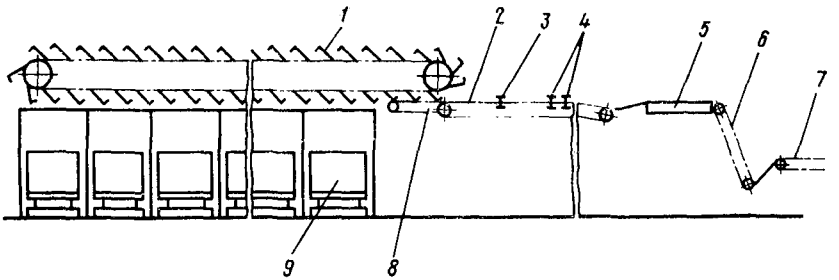


Рис. 141. Схема автоматической установки АСД-30:

1 — сортировочный транспортер; *2* — подающий транспортер; *3* — пульт контролера качества; *4* — датчики ширины и толщины досок; *5* — торцеравнительный рольганг; *6* — наклонный транспортер; *7* — горизонтальный транспортер; *8* — ускорительный транспортер; *9* — тележка

поштучно выдаются на подающий транспортер *2*. На этом транспортере расположены датчики *4* толщины досок и пульт контролера качества досок *3*. С подающего транспортера доски поступают на ускорительный транспортер *8*, с помощью которого они насаживаются на крючья сортировочного транспортера *1*, установленные под углом 45° к горизонту. С помощью сортировочного транспортера доски переносятся вдоль подстопных мест и, в зависимости от сорторазмера, по командам датчиков и контролера качества, подаваемым посредством специальной системы, доски сбрасываются на соответствующее подстопное место. На подстопных местах сортировочной установки АСД-30 имеются выкатные тележки *9*, в которых накапливаются (в виде неорганизованной пачки) доски.

В отличие от установки ПСП-36, пропускная способность установки АСД-30 (при разделении досок на две качественные группы) может составлять 30, 40 и 60 досок в минуту, что соответствует производительности четырехрамного цеха при распиловке сырья с брусовкой. Установка имеет 30 подстопных мест. Для ее обслуживания требуется четверо рабочих.

Для определения потребного количества механизированных или автоматических сортировочных устройств нужно рассчитать

объем работ и пропускную способность устройства в минуту, а затем разделить первую величину на вторую. Объем работ или количество досок, поступающих на сортировочное устройство, рассчитывается по формуле (199). Пропускную способность установки можно взять из ее технической характеристики или рассчитать по формуле (151) для определения производительности установок проходного типа, к которым относятся также и указанные выше сортировочные устройства. Однако и в том и в другом случае необходимо учитывать, что пропускная способность механизированных установок в значительной степени зависит от квалификации оператора и организации работ.

§ 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕССЫ ПАКЕТИРОВАНИЯ СЫРЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Выходящие из лесопильного цеха пиломатериалы имеют высокую влажность. Поэтому после сортировки пиломатериалы направляют в сушильные камеры или на атмосферную сушку. Камерная и атмосферная сушка пиломатериалов осуществляется в сушильных штабелях. Укладка сушильных штабелей и их разборка относятся к тяжелым и трудоемким операциям в лесопильном производстве. Одним из наиболее эффективных направлений в механизации этих операций и повышении их производительности признан пакетный способ укладки сушильных штабелей. Сущность этого способа заключается в том, что пиломатериалы сначала укладывают в сравнительно небольшие пакеты. Из них посредством автопогрузчика, крана или другого подъемного механизма формируют сушильный штабель. Доски в пакеты должны быть уложены на прокладках, а для атмосферной сушки, кроме того, со шпациями (т. е. с интервалами между досками в горизонтальных рядах пакета, обеспечивающими вертикальное движение воздуха в штабеле в процессе сушки). Такой штабель разбирают также по пакетам.

При пакетном способе формирования сушильных штабелей для укладки пакетов применяют пакетоформирующие машины. Последние состоят из нескольких участков: приемного, торцеравнительного, щитонаборного и пакетоформировочного. Приемный участок предназначен для приемки пакетов (или пачек) рассортированных пиломатериалов, их разборки и поштучной подачи на торцеравнительный участок, где осуществляется выравнивание торцов досок по одному или двум торцам пакета. Назначение последующих двух участков — это формирование отдельных щитов досок и укладка их рядами в пакет.

На рис. 142 приведена схема отечественной пакетоформирующей машины ПФМ-10. Пакет пиломатериалов, доставленный от сортировочной установки, укладывают на подающий транспортер *20*. Последний, после включения, перемещает пакет на приемный рольганг *18* (подкладки, на которых лежал

пакет на сортировочной установке, отделяют при этом от пакета и удаляют от машины ленточным транспортером *19*). С приемного рольганга пакет снимают кронштейнами наклонного

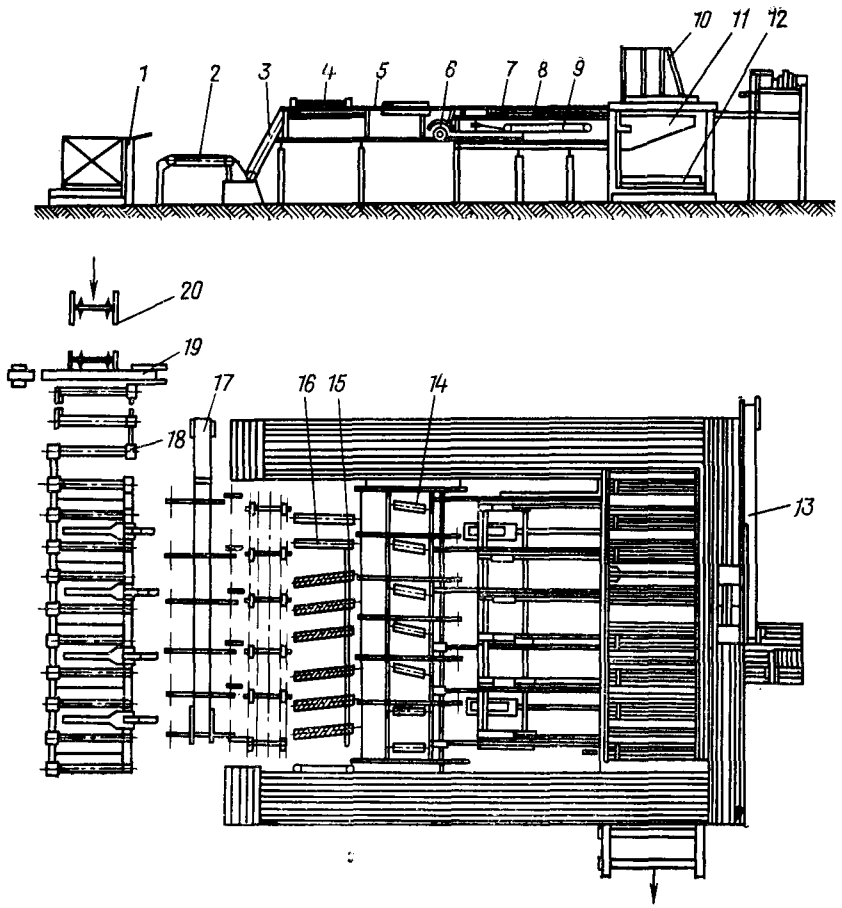


Рис. 142. Пакетоформирующая машина ПФМ-10:

1 — наклонный подъемник; *2* — приемный транспортер; *3* — наклонный транспортер; *4* — цепное упорное устройство; *5* — транспортер с разновысокой цепью; *6* — привод щитонаборного транспортера; *7* — щитонаборный транспортер; *8* — каретка с вильчатыми рычагами; *9* — цепная передача привода каретки; *10* — механизм для укладки прокладок; *11* — вертикальный подъемник; *12* — выносной рольганг; *13* — транспортер подачи прокладок; *14, 16* — торцеравнительные рольганги; *15* — механизм поштучной выдачи досок (отсекатель); *17* — ленточный транспортер для удаления прокладок; *18* — приемный рольганг; *19* — ленточный транспортер; *20* — подающий транспортер

подъемника *1* (при наклоне). При подъеме кронштейнов верхний ряд досок пакета выходит за пределы опорных стоек подъемника и доски под силой тяжести собственной массы сползают на приемный транспортер *2*, который перемещает их в приямок наклонного транспортера *3*. Наклонный подъемник и приемный

транспортер включаются периодически. В результате пакет разбирается ряд за рядом и доски поступают в приямок порциями.

Из приямка доски захватываются планками наклонного транспортера и подаются на торцеравнительный участок, который состоит из рольгангов *14* и *16* и транспортера *5* с разновысокой цепью. С рольганга *16* выровненные по одному торцу доски подаются поштучно отсекателем *15* на разные по высоте звенья цепей транспортера *5*. Работа отсекателя *15* и транспортера *5* синхронизирована таким образом, что доски поступают на каждое звено цепей транспортера. Доски, расположенные на низких звеньях цепей, попадают на рольганг *14*. Последний перемещает их в продольном направлении (в противоположную сторону по сравнению с рольгангом *16*), а доски, расположенные на высоких звеньях, проходят над рольгангом *14*, не меняя своего положения. При этом доски выравниваются по разным торцам вразбежку через одну.

На щитонаборном транспортере *7* формируется щит досок, который имеет такую же ширину, как формируемый пакет. Транспортер *7* приводится в движение от транспортера *5* через кривошипно-шатунный механизм. За первую половину оборота кривошипа шатун делает холостой ход, а за вторую рабочий, в течение которого цепи транспортера *7* получают движение и перемещают доски. Необходимое количество досок в щите отсчитывается автоматически посредством реле счета импульсов, и, когда в щите количество досок достигает должного, отсекатель *15* задерживает выдачу очередной доски на транспортер *5*. Таким образом между щитами на транспортере *7* создается некоторый разрыв. Периодически перемещаясь с помощью транспортера *7*, щит передней кромкой первой доски нажимает на конечный выключатель, который включает привод каретки *8* с вильчатыми рычагами, переносящей щит на вертикальный подъемник *11*, на кронштейнах которого формируется пакет досок. Для приема очередного щита досок подъемник опускается (автоматически). Прокладки на щит укладываются автоматически с помощью специального механизма. Сформированный пакет опускается в нижнее положение и выносится за пределы установки рольгангом *12*. Ниже приводится техническая характеристика машины ПФМ-10.

Машина предназначена для укладки пакетов пиломатериалов для камерной сушки. Однако ПФМ-10 имеет механизм для формирования шпаций, позволяющий в отдельных случаях использовать эту машину и для формирования пакетов пиломатериалов, подвергающихся атмосферной сушке.

Пакетоформирующие машины могут комплектоваться с установками для сортировки сырых пиломатериалов или размещаться в виде централизованного участка пакетоформирования, или поблизости от сушильных камер, или на складе пиломатериалов.

Техническая характеристика пакетоформирующей машины ПФМ-10

Размеры обрабатываемых материалов:	
длина, м	3—7
ширина мм	80—280
толщина, мм	16—100
Размеры формируемого пакета, м:	
длина	4,3; 5,8; 6,8
ширина	до 1,9
высота	» 1,5
Наибольшая пропускная способность досок в минуту	» 30
Установленная мощность электродвигателей, кВт	45
Габарит, м:	
длина	25,0
ширина	33,3
высота	4,1
Масса, т	38

В состав пакетоформирующих установок входят вертикальные и наклонные подъемники. В ряде случаев (например, на небольших предприятиях) аналогичные вертикальные подъемники или простые пакетоформирующие установки, состоящие из наклонного и вертикального подъемников, могут быть использованы для укладки пакетов пиломатериалов. В этом случае доски в пакет укладываются вручную, но, поскольку формируемый пакет находится на удобном для укладки уровне, трудоемкость работ значительно снижается.

§ 4. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПАКЕТОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Для внутризаводских перевозок пакетов пиломатериалов применяют специализированные автомашины — автолесовозы (рис. 143). Шасси автолесовоза имеет форму портала, внутренний габарит которого определяет размеры поперечного сечения перевозимых пакетов. Длина пакета конструкцией автолесовоза не ограничивается. При загрузке автолесовоз наезжает на пакет пиломатериалов, установленный на специальных подставках (колодках) с торца, и поднимает его за подставки.

Для транспортировки сушильных пакетов пиломатериалов требуются автолесовозы, позволяющие перевозить крупногабаритные пакеты, в которых пиломатериалы уложены на прокладки. Для перевозки пакетов сечением 1350×1300 мм в настоящее время выпускают автолесовозы марок Т-140 (взамен устаревшего марки Т-80) и Т-130 грузоподъемностью соответственно 7000 и 5000 кгс. Автолесовоз Т-130 оснащен специальными поворотными подхватами, позволяющими перевозить пакеты пиломатериалов без подпакетных подставок.

Автолесовозы обладают высокой маневренностью и очень производительны даже на коротких расстояниях. Скорость передвижения автолесовозов достигает 40 км/ч.

При использовании автолесовозного транспорта дороги подвергаются большим динамическим нагрузкам, поэтому они должны быть особенно прочными, а также ровными, чтобы не вызывать быстрого изнашивания автолесовозов. Этим требованиям удовлетворяют асфальто-бетонные и цементно-бетонные дороги; сооружение последних требует значительных капиталовложений.

Для перевозки пакетов пиломатериалов на короткое расстояние могут использоваться автопогрузчики — специальные подъемно-транспортные машины с вилочными захватами (см. рис. 160).

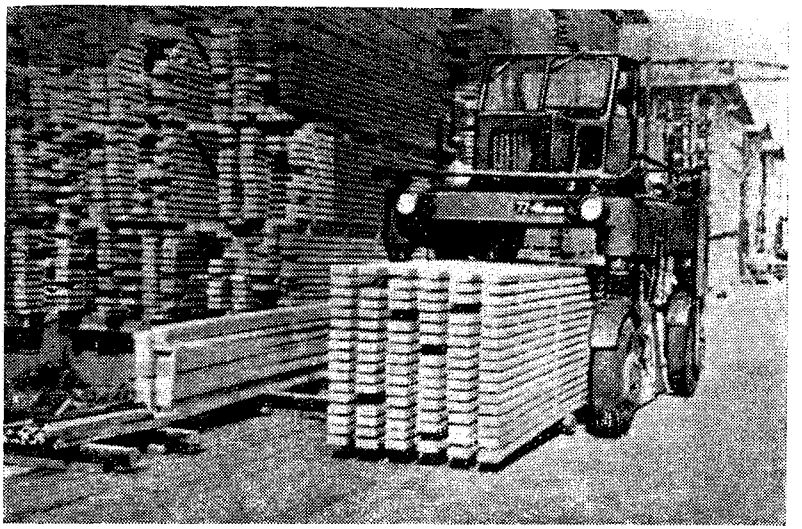


Рис. 143. Автолесовоз

Автопогрузчики перемещают пакет вдоль его малой оси и требуют широких проездов. Весьма эффективно автопогрузчики используются на различных складских работах, для выполнения которых они главным образом и предназначены.

Транспортировать пиломатериалы от сортировочного устройства можно на вагонетках по узкоколейным рельсовым путям при использовании механической, электрической или ручной тяги. Для перевода вагонеток с одного пути на другой у сортировочных площадок размещают электрифицированные траверсные тележки, на которые устанавливается одна или несколько вагонеток.

Для обслуживания сортировочных устройств и перевозки пиломатериалов на небольшое расстояние (к пакетоформирующим машинам или сушилкам) можно применять кран-балки или монорельсовый транспорт. При использовании последнего рельсо-

вый путь прикрепляют к специально установленным опорам или к перекрытию сортировочного устройства. Пиломатериалы перемещаются электроталями со специальными захватами для пакета. Управление талями и захватами можно осуществлять с пола или из кабины таля.

§ 5. УСТРОЙСТВА ДЛЯ СОРТИРОВКИ, ОБРАБОТКИ И ПАКЕТИРОВАНИЯ СУХИХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

При двух- и трехстадийной сортировке пиломатериалов с торцовкой досок после сушки возможно использование для торцовки сухих пиломатериалов специализированных устройств и совмещение этой операции с сортировкой пиломатериалов по сортам. В этих установках можно выделить три резко различающихся по назначению участка: приемный, торцовочный и сортировочный. Приемный участок обеспечивает приемку сушильных пакетов пиломатериалов, их разборку и поштучную выдачу досок на последующую обработку. Для выполнения указанных работ в механизированных устройствах используются в основном поперечные транспортеры и наклонные подъемники. Торцовочный участок, представляющий собой систему поперечных транспортеров, торцеравнительных рольгангов и слешерных дисковых пил, предназначен для контроля качества и придания доскам стандартной длины. На этом участке осуществляется и маркирование досок (нанесение на торцы доски марки с указанием сорта). Сортировочный участок, конструктивное решение которого зависит от принятого уровня автоматизации работ, определяет в основном различие типов рассматриваемых устройств. Данный участок предназначен для сортировки пиломатериалов по сортам. При двухстадийной сортировке пиломатериалов на сортировочном участке иногда производится также сортировка досок по группам длин. При трехстадийной сортировке пиломатериалов для сортировки досок по длинам применяют специальные сортировочные устройства.

Для торцовки и сортировки сухих обрезных пиломатериалов по сортам предназначена отечественная машина БТСМ-6, принципиальное устройство которой видно на рис. 144. По принципу работы приемный и сортировочный участки машины БТСМ-6 аналогичны соответствующим по назначению и конструктивному решению участкам в устройствах для сортировки сырых пиломатериалов и пакетоформирующих машинах, которые рассматривались выше.

Торцовочный участок работает следующим образом. С помощью специального отсекателя доски автоматически выдаются в каждый промежуток между упорами цепей торцовочного транспортера *19*. Однако в случае необходимости комлевой контролер качества *18* может отключить отсекатель и выдача досок прекратится (установка работает в гибком режиме). После пилы

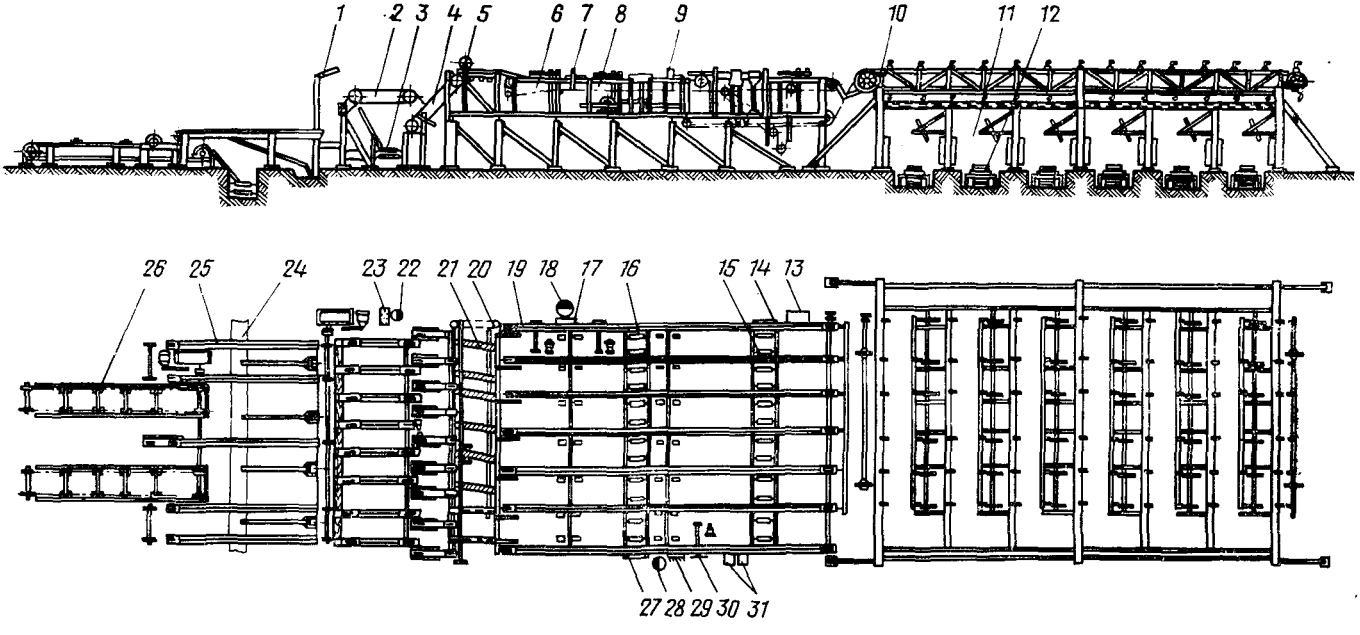


Рис. 144. Торцовочно-сортировочная машина БТСМ-6:

1 — наклонный подъемник; *2* — дозирующий транспортер; *3* и *24* — ленточные транспортеры; *4* — наклонный транспортер; *5*, *14* и *27* — упоры; *6*, *8*, *30* — пилы; *7* и *9* — крестовины; *10* — распределительный транспортер; *11* — подстопные места; *12* — продольный транспортер; *13* и *31* — маркировочные устройства; *15* и *16* — рольганги; *17*, *23* и *29* — пульты управления; *18* — комлевой контролер качества досок; *19* — торцовочный транспортер; *20* — упорное устройство; *21* — торцеравнительный рольганг; *22* — оператор; *25* — подающий транспортер; *26* — загрузочный транспортер; *28* — вершинный контролер качества досок

6, на которой автоматически зачищаются комлевые концы досок, пиломатериалы поступают на крестовину *7*; последняя, поворачиваясь (по команде контролера качества) на 90°, перекладывает доску на другую пласть. Контролер *18*, определив сорт доски, подает соответствующий сигнал (с пульта), который следует синхронно с доской и поступает на пульт вершинного контролера качества при подходе доски к обслуживаемому им участку торцовочного транспортера. Кроме того, комлевой контролер *18*, если это необходимо для повышения сорта доски, выдвигает доску в продольном направлении на величину торцовки. Окончательная торцовка комлевого конца доски производится на пиле *8*. Вершинный контролер качества *28*, осмотрев с помощью крестовины *9* доску, определяет ее сорт и в зависимости от него посылает окончательную команду на сброс доски на то или иное подстопное место, при этом он устанавливает доску по мерным упорам для торцовки вершинного конца. Далее автоматическими маркировальными механизмами на торцы доски наносятся метки с указанием сорта доски. Ниже приводится техническая характеристика машины БТСМ-6.

Техническая характеристика машины БТСМ-6

Размеры обрабатываемых пиломатериалов:	
длина, м	2—7,5
ширина, мм	80—280
толщина, мм	16—100
Пропускная способность, досок в минуту	7,5; 10; 12,5; 15
Количество подстопных мест	6
Размеры формируемых пакетов:	
длина, м	7,25
ширина, мм	1350
высота, мм	до 1300
Установленная мощность электродвигателей, кВт	68,9
Габарит, м:	
длина	45,0
ширина	17,0
высота	3,8
Масса, т	55
Количество обслуживающих рабочих	5

На крупных заводах для торцовки и сортировки по сортам сухих пиломатериалов возникает необходимость установки нескольких машин.

Для определения потребного количества торцовочно-сортировочных машин типа БТСМ-6 можно пользоваться приведенной выше методикой определения потребного количества механизированных или автоматических устройств для сортировки сырых пиломатериалов. Производительность машин типа БТСМ-6 зависит от квалификации контролеров качества пиломатериалов.

Рассмотренные в этой главе механизированные устройства — для сортировки пиломатериалов типа ПСП, формирования пакетов ПФМ-10, торцовки, маркировки и сортировки по сортам

сухих пиломатериалов БТСМ-6 позволяют механизировать и частично автоматизировать выполняемые на них процессы. Все они отличаются сравнительно невысокой производительностью, большой металлоемкостью и высокой стоимостью. Для снижения стоимости обработки пиломатериалов и повышения эффективности этого оборудования требуется дальнейшее его совершенствование в этих направлениях. Над этими вопросами работают в ЦНИИМОДе и других конструкторских и проектных организациях.

Для автоматической сортировки по длинам обрезных пиломатериалов и укладки их в плотные транспортные пакеты предназначена машина УСД-18 (рис. 145). На подающий рольганг этой машины устанавливается пакет сухих пиломатериалов, рассортированных по сечениям и сортам. С помощью наклонного подъемника и системы поперечных цепных транспортеров пакет разбирается и выровненные по одному торцу доски поштучно подаются на питающий транспортер. Последний перемещает их к распределительному транспортеру. Для укладки досок на крюки распределительного транспортера служит ускорительный транспортер, расположенный непосредственно за питающим транспортером.

Сортировка досок происходит по принципу убывающей длины, т. е. в первый карман-накопитель сбрасывается самая длинная, а в последний — самая короткая доска. Когда

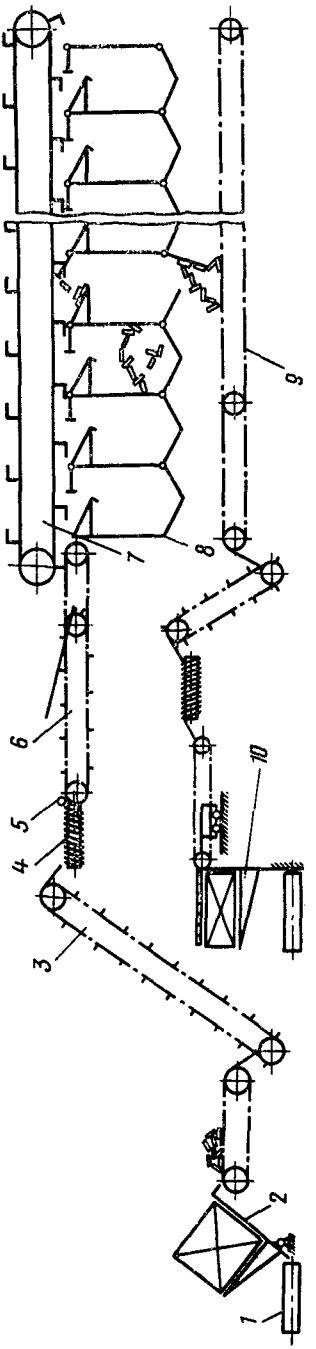


Рис. 145. Машина УСД-18 для сортировки пиломатериалов по длинам:
1 — подающий рольганг; 2 — наклонный подъемник; 3 — наклонный транспортер; 4 — торцеравнительный рольганг; 5 — отсекатель досок; 6 — питающий и ускорительный транспортеры; 7 — распределительный транспортер; 8 — карманы-накопители; 9 — выносной транспортер; 10 — вертикальный подъемник

количество досок в накопителе будет достаточным для формирования транспортного пакета, карман-накопитель перекрывается. Одновременно подается световой сигнал, который извещает рабочего о наполнении накопителя. Когда рабочий откроет шибер накопителя, доски под действием собственной тяжести сползают на выносной поперечный транспортер. Установленный далее промежуточный транспортер загружает доски небольшими порциями в приямок наклонного транспортера. Выровненные по одному торцу доски поштучно поступают на формирование щита определенной ширины, который затем укладывается в пакет, формируемый на вертикальном подъемнике. Сформированный пакет опускается на выносной рольганг вертикального подъемника и выносится им за пределы машины на участок обжатия и обвязки. Пропускная способность машины УСД-18 может достигать до 60 досок в минуту, подстопных мест. 18.

Транспортные пакеты обвязывают поясами из стальной упаковочной ленты или многооборотными полужесткими стропами. На пакет, в зависимости от его длины, устанавливают от двух до четырех поясов из металлической ленты. Полужесткие стропы предназначаются для упаковки пакетов пиломатериалов внутрисоюзного назначения, причем каждый пакет обвязывают двумя стропами. Перед обвязкой пакеты уплотняют.

Для обвязки плотных транспортных пакетов металлической лентой за сортировочной машиной УСД-18 устанавливают станок СОП-1. Этот станок состоит из приводных рольгангов: один из них подающий, на него с помощью автопогрузчика, крана или тали устанавливают плотный пакет пиломатериалов, другой — приемный, который обеспечивает продвижение пакета через станок лентопротяжного механизма, с помощью которого обводят пакет металлической лентой, устройства для обжима пакета с боковых сторон и сверху и натяжения ленты, штампа вырубки замка на обвязочной ленте и неприводного рольганга, на который после обвязки поступает пакет с приемного рольганга. С неприводного рольганга готовый транспортный пакет снимается автопогрузчиком (краном или талью). Производительность станка СОП-1 составляет до 200 обвязок в час при обслуживании его одним рабочим.

В настоящее время имеются установки, в которых контроль качества пиломатериалов и их торцовка совмещаются с сортировкой пиломатериалов по сортам и длинам. Появление таких устройств определяется, с одной стороны, повышением уровня механизации и автоматизации торцовки и сортировки пиломатериалов и, следовательно, их производительности, а с другой — стремлением к снижению стоимости обработки пиломатериалов (за счет сокращения расходов на строительство здания и оборудование). Однако эффективность таких устройств зависит от уровня специализации предприятий и качественного состава обрабатываемых пиломатериалов.

Для обработки сухих пиломатериалов могут найти применение и более простые установки, чем рассмотренные выше специализированные машины БТСМ-6 и УСД-18. Так, на некоторых предприятиях для торцовки и сортировки по длинам сухих пиломатериалов применяют установки, создаваемые на базе торцовочного устройства ЦТЗ-2М и устанавливаемого непосредственно за ним поперечного цепного транспортера ТСП-3 (рис. 146). В этих установках обрабатываются пиломатериалы, предварительно, на первой стадии, рассортированные по сече-

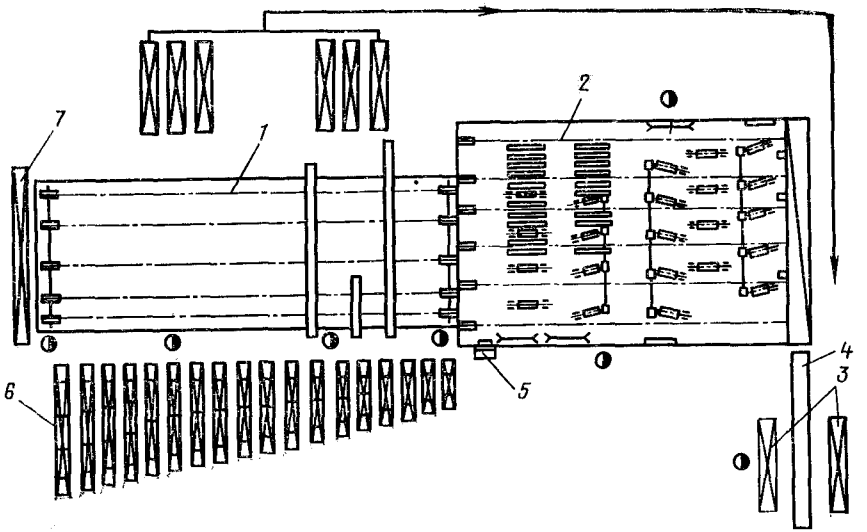


Рис. 146. Установка для торцовки и сортировки по длинам сухих пиломатериалов:

1 — сортировочный транспортер ТСП-3; *2* — торцовочное устройство ТЦЗ-2М; *3* — пакеты пиломатериалов; *4* — ленточный транспортер; *5* — маркировщик; *6* — пакеты сортированных пиломатериалов; *7* — пакет пиломатериалов, изменивших после сушки сорт

ниям и сортам. Доски, перешедшие после сушки в другой сорт, не сортируются — в конце сортировочного транспортера они укладываются в отдельный пакет. Сушильные пакеты разбираются рабочими и доски поштучно укладываются на ленточный транспортер, подающий их на торцовочное устройство. На торцовочном устройстве производится окончательный контроль качества, торцовка и маркировка досок. Далее доски поступают на цепи поперечного транспортера для сортировки по длинам. С цепей транспортера доски снимают и укладывают в плотные транспортные пакеты разных длин вручную. Сформированные транспортные пакеты с помощью ручных машинок обвязывают стальной упаковочной лентой.

Процесс обвязки пакета досок ручной упаковочной машинкой включает следующие операции: обводку ленты вокруг па-

кета, натяжение ее, скрепление концов обвязки и отрезку ленты. В Советском Союзе выпускается несколько типов ручных машинок. Производительность ручного способа обвязки достигает 40 обвязок в час.

Механизация подачи досок на торцовочное устройство, установка крестовин, облегчающих контроль качества досок, и некоторые мероприятия по улучшению маркировки досок и обвязки пакетов позволят значительно усовершенствовать сортировочные установки на основе установки ЦТ3-2М.

Установки для обработки сухих пиломатериалов ЦТ3-2М размещают на складе пиломатериалов или поблизости от участка хранения сухих пиломатериалов, или недалеко от участка их отгрузки.

§ 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССАХ СОРТИРОВКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В сортировочных устройствах и пакетоформирующих машинах наиболее опасны для работающих вращающиеся и движущиеся части механизмов, места сброса досок и другие участки. Для устранения опасности все вращающиеся части механизмов и пилы должны быть ограждены прочными кожухами и барьерами. Сортировочные устройства типа ТСП-3 следует оборудовать светозвуковой сигнализацией пуска и движения сортировочного транспортера. У проходов, против сбрасывающих полок, необходимо устанавливать предохранительную стенку, предотвращающую движение досок за пределы стола поперечного цепного устройства. На барьерах сортировочного устройства должны быть установлены свободно вращающиеся ролики. Места падения досок со второго этажа на первый необходимо оградить и оборудовать приспособлениями, предотвращающими перекрещивание досок и снижающими шум при их падении. Возникающие завалы досок разрешается разбирать только после остановки сортирующего и подающих транспортеров. Места сброса досок на вагонетки или в карманы-накопители (в механизированных и автоматических сортировочных устройствах) должны быть ограждены. Для надежного удерживания досок в карманах-накопителях или на наклонных плоскостях необходимо постоянно следить за исправностью запоров. Для перемещения досок рабочий должен иметь исправные стальные крючки с рукоятками, покрытыми теплоизоляционным материалом.

Пакетоформирующие машины и торцовочно-сортировочные устройства для сухих пиломатериалов также должны быть оборудованы светозвуковой сигнализацией, сблокированной с пусковым устройством. Пусковые устройства пил в торцовочно-сортировочных устройствах должны быть сблокированы с пусковыми устройствами транспортеров так, чтобы доски на пилы

подавались только после их включения. На рабочих местах отдельных участков устройств должны быть установлены кнопки «стоп» для остановки в необходимых случаях отдельных участков или устройства в целом. Пакетоформирующие машины и торцовочно-сортировочные устройства пускаются в действие оператором с главного пульта.

Глава 11. ОБОРУДОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НА СКЛАДАХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

§ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ НА СКЛАДАХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Влажность пиломатериалов после распиловки бревен составляет 60—70%. Пиломатериалы с такой влажностью легко подвергаются порче различными грибами, особенно в теплое время года. Перевозка влажных пиломатериалов приводит к нерациональному использованию транспортных средств. Поэтому в лесопильном производстве предусмотрена обязательная сушка пиломатериалов. Она бывает камерная или атмосферная. Сушка в специальных камерах осуществляется при соответствующей температуре, скорости и влажности сушильного агента; атмосферная — на открытом воздухе на складах пиломатериалов. Продолжительность сушки на складах зависит от размеров пиломатериалов и плотности их укладки, породы древесины, а также от климатических и метеорологических условий. В ряде случаев целесообразна комбинированная сушка, при которой пиломатериалы сначала сушат на открытом воздухе, а затем в камерах.

Склады пиломатериалов предназначаются для атмосферной сушки и хранения уже высушенных пиломатериалов.

Помимо сушки и хранения пиломатериалов, на складах осуществляют подбор партий пиломатериалов по назначениям, подачу их в сушильные или раскроечные цехи и отгрузку потребителям. Таким образом, склад пиломатериалов лесопильного завода по существу представляет собой цех атмосферной сушки пиломатериалов, в котором выполняется целый комплекс работ, включающий операции внутризаводской транспортировки пиломатериалов, укладки их в штабеля и сушки, разборки штабелей, окончательной торцовки, сортировки, а также и маркирования пиломатериалов, формирования плотных пакетов сухих пиломатериалов и погрузки их на транспортные средства для отправки потребителям. Все эти операции весьма тяжелые и трудоемкие; трудовые затраты на их выполнение при современном уровне производства составляют от 20 до 35% от общих трудовых затрат в лесопилении. Это объясняется тем, что

на некоторых предприятиях пока еще выполняются вручную такие операции, как укладка пиломатериалов в штабеля и их разборка, сортировка пиломатериалов и укладка их в плотные транспортные пакеты и др. Поэтому в повышении производительности труда в лесопильном производстве внедрение комплексной механизации работ на складах пиломатериалов представляет собой весьма важное мероприятие.

Основное направление организации и комплексной механизации работ на складах — пакетный способ транспортировки, штабелевки и отгрузки пиломатериалов. Пакетный способ дает возможность значительно сократить затраты труда на складах пиломатериалов.

Производственно-технологическая схема при комплексной механизации работ на складе пиломатериалов в основном заключается в следующем:

доски в виде плотных пакетов или неорганизованных пачек от сортплощадки доставляются к пакетоформирующим машинам механизированными средствами (автолесовозами и другим транспортом);

на пакетоформирующих машинах пиломатериалы укладывают в сушильные пакеты на прокладках со шпациями или без шпаций;

сушильные пакеты автолесовозами подаются к месту укладки штабелей или к сушильным камерам (при необходимости они предварительно подвергаются антисептированию);

автопогрузчиками или кранами различной конструкции (башенными, козловыми) пакеты укладываются в штабеля для естественной сушки;

после сушки штабеля разбирают при помощи автопогрузчиков или кранов и пакеты сухих пиломатериалов подают к машинам для окончательной их обработки;

на торцовочно-сортировочных машинах сушильные пакеты разбирают, а пиломатериалы торцуют, маркируют и сортируют по сортам; затем рассортированные пиломатериалы в плотных пакетах автопогрузчиками или кранами подают на машины или установки для сортировки по длинам, одновременно на этих машинах можно формировать и плотные транспортные пакеты, а также обвязывать их металлической лентой;

транспортные пакеты погрузочными механизмами (кранами или автопогрузчиками) грузят в вагоны или суда или укладывают в штабеля сухих пиломатериалов на хранение.

В практике применения данной схемы могут быть отклонения (возможны различные варианты сочетаний транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, использования специальных полуавтоматических и автоматических машин для торцовки, маркировки и сортировки пиломатериалов), но при всех отклонениях сохраняется принцип работы с пакетом на складах пиломатериалов.

В соответствии с указанным выше направлением уже разработаны типовые технологические схемы механизации складских работ и отгрузки пиломатериалов на железнодорожный или водный транспорт.

При организации атмосферной сушки необходима укладка пиломатериалов в штабеля определенной конструкции и их размещение на складе, с учетом размеров пиломатериалов, климатических условий, микроклимата и других факторов.

Правила атмосферной сушки и хранения продукции на складах для пиломатериалов хвойных пород установлены ГОСТ 3808—62, пиломатериалов лиственных пород—ГОСТ 7319—64.

Пиломатериалы, подлежащие атмосферной сушке и хранению по ГОСТ 3808—62, условно подразделены на три размерно-качественные группы в соответствии с данными табл. 37.

Таблица 37

Размерно-качественные группы пиломатериалов хвойных пород, подлежащих атмосферной сушке

Размерно-качественные группы	Пиломатериалы, вырабатываемые по ГОСТ 8486—66			Пиломатериалы экспортные	
	бруски	шириной до 150 мм	шириной более 150 мм	шириной до 150 мм	шириной более 150 мм
	Сорта				
1			0 1 2 3		1 2 3 Бессортные 4
2	О 1 2 3 4	О 1 2 3	4	1 2 3 Бессортные 4	
3		4			
	Все пиломатериалы по качеству ниже 4-го сорта				

§ 2. ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АНТИСЕПТИРОВАНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Антисептирование — это нанесение на поверхность пиломатериалов тончайшего слоя химического вещества, защищающего пиломатериалы в летнее время от поражения грибами, т. е. от синевы и плесени, на период атмосферной сушки или кратковременного хранения в сыром виде. Антисептическое вещество

наносят на поверхность пиломатериалов при обработке последних раствором этого вещества. Для антисептической обработки пиломатериалы погружают в раствор антисептика. Погружение пиломатериалов может быть штучным или в пакетах. На современных лесопильных предприятиях антисептическая обработка является одной из операций производственного процесса и поэтому способы и средства ее выполнения должны обеспечивать проведение этой операции синхронно с работой основного оборудования производственного потока.

Антисептирование пиломатериалов методом штучного погружения досок в защитный раствор производится в установках, встраиваемых в сортировочные устройства для сырых пиломатериалов. Основная часть этих установок — ванна с раствором антисептика, в которую с цепей сортировочного устройства свободно падают доски. Ванна оборудуется поперечным цепным транспортером, цепи которого выносят пиломатериалы из раствора на сортировочное устройство.

Опыт работы лесопильных заводов, применяющих пакетную технологию складских и транспортных работ, показал, что в этих условиях наиболее эффективно защитную обработку пиломатериалов производить методом погружения в антисептический раствор сушильных пакетов пиломатериалов. Для пакетного антисептирования применяются различные установки, отличающиеся в основном механизмами погружения пакетов. Для погружения пакетов в антисептический раствор используются краны, тали с двухточечной подвеской грузозахватного органа, автопогрузчики и автолесовозы.

На рис. 147 показан общий вид установки, которая обслуживается мостовым краном. Для погружения пакетов в раствор антисептика и перемещения их в пределах установки кран снабжается специальным захватом. Наибольшую производительность при пакетном антисептировании пиломатериалов имеют установки с автолесовозом. Промышленность выпускает для антисептирования пиломатериалов специальный автолесовоз А-210, созданный на базе автолесовоза Т-80, который, устанавливаясь над ванной, может опускать пакет в антисептический раствор. На смену этому автолесовозу в настоящее время приходит автолесовоз А-230 (созданный на базе автолесовоза Т-140), который может обрабатывать большие по размерам сушильные пакеты: шириной 1350 и высотой 1300 мм.

Около ванны с раствором антисептика обычно оборудуют две площадки: для пакетов, подготовленных к антисептированию (сухая площадка), и для пакетов, прошедших обработку (мокрая площадка). Мокрая площадка делается уклоном в сторону ванны. Стекающий с пакетов раствор, пройдя фильтр, снова поступает в ванну. Для обеспечения сбора раствора и сокращения потерь времени на подъем и опускание пакета ванны, которые могут быть изготовлены из металла, бетона или дерева, за-

глубляются в грунт. Установки для антисептирования пиломатериалов имеют в своем составе систему баков для приготовления и хранения раствора. Баки соединяются один с другим и с ванной трубопроводами с регулирующими устройствами, которые обеспечивают бесперебойное пополнение ванны антисептирующим раствором.

Пиломатериалы хвойных пород должны подвергаться поверхностной антисептической обработке не позже, чем через 24 ч после выпиловки. Для сокращения времени между распиловкой

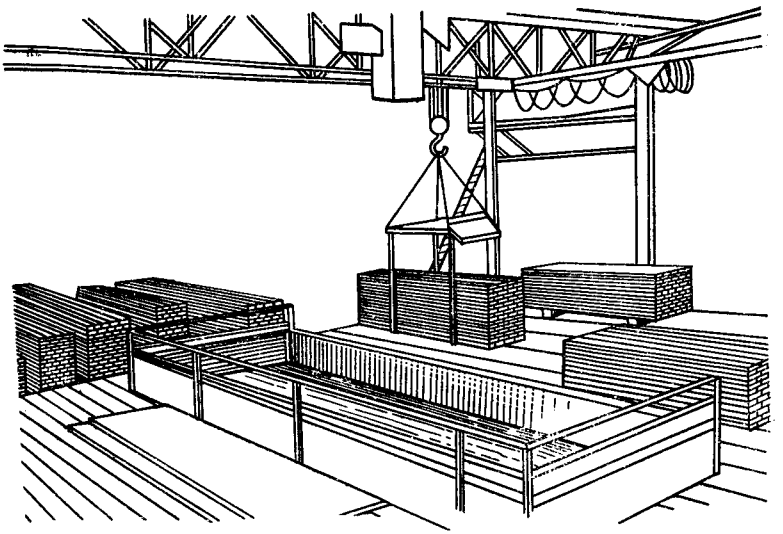


Рис. 147. Установка для пакетного антисептирования пиломатериалов

сырья и антисептированием пиломатериалов оборудование для антисептической обработки пиломатериалов рекомендуется размещать вблизи от пакетоформирующих машин или в комплексе с ними. Для антисептирования пиломатериалов применяют порошкообразные водорастворимые препараты ГР-48; концентрация раствора 0,5—1,5%. При неблагоприятных климатических условиях или некоторой задержке антисептированных пиломатериалов в пакетах до укладки (но не более 3 дней) на сушку применяют растворы более высокой концентрации, до 2%. Расход антисептирующего раствора на 1 м^3 пиломатериалов составляет около 30 л. Правила поверхностной антисептической обработки пиломатериалов хвойных пород определены ГОСТ 10950—64 и соответствующей инструкцией, утвержденной в установленном порядке.

§ 3. ТИПЫ ШТАБЕЛЕЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И РАСЧЕТ ИХ ЕМКОСТИ

Конструкция штабелей должна обеспечивать наиболее благоприятные условия для сушки с тем, чтобы поверхность всех досок находилась под непосредственным воздействием воздуха. На складах атмосферной сушки для хвойных пиломатериалов применяют два способа укладки штабелей: штучный и пакетный. В соответствии со способами укладки различают два типа штабелей: рядовой и пакетный.

При штучном способе доски укладывают в штабель рядами на прокладках, формируя так называемый рядовой штабель. Если в качестве прокладок используют те же доски, которые укладывают в штабель для сушки, то такой рядовой штабель на-

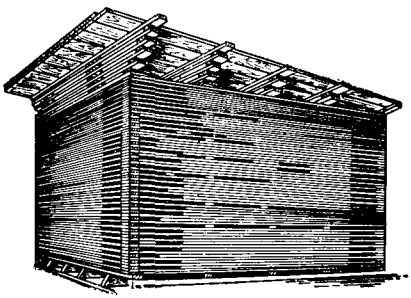


Рис. 148. Круглый рядовой штабель

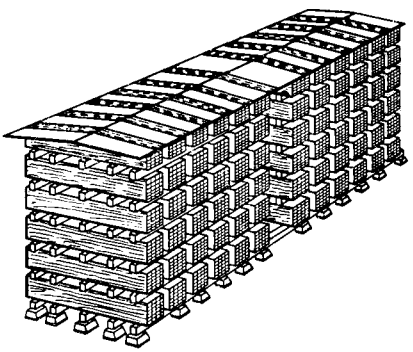


Рис. 149. Пакетный штабель

зывается круглым (рис. 148), если в качестве прокладок используют специально подготовленные сухие рейки, то штабель называется реечным. В первом случае не требуется специальных прокладок, но зато условия сушки хуже, так как значительная поверхность пластей досок находится под прокладками и не имеет доступа воздуха. Круглые штабеля практикуют при сушке пиломатериалов второй и третьей групп качества. Во втором случае требуется большое количество специально изготовленных прокладок, но при этом условии лучше протекает процесс сушки. В реечные штабеля укладывают пиломатериалы первой группы качества. При пакетном способе укладки из заранее подготовленных пакетов формируют пакетные штабеля (рис. 149).

Каждый штабель укладывают на фундаменте определенной высоты, который обеспечивает устойчивость штабеля и циркуляцию воздуха внутри и вокруг штабеля. Подштабельные фундаменты состоят из переносных опор и укладываемых по ним балок (прогонов). Обычная высота подштабельных фундаментов составляет 50 см от земли до нижних досок, а в районах с большим количеством осадков, высоким уровнем грунтовых вод и со слабой продуваемостью участков — 75 см. Соответственно

с этими требованиями подштабельные опоры делают высотой 30 и 55, балки — 20 см.

Подштабельные опоры могут быть железобетонными, бетонными и деревянными (рис. 150). Деревянные опоры изготовляют обычно из отрезков пиломатериалов, пропитанных антисептиками. Размеры подштабельных фундаментов зависят от величины штабелей. Для реечных или круглых штабелей их обычно принимают от 6,5×6,5 до 8,5×8,5 м при различных сочетаниях сторон. Расположение подштабельных фундаментов зависит от способов укладки пиломатериалов и применяемых механизмов. На рис. 151 представлены план и разрезы подштабельного фундамента для формирования пакетного штабеля кранами или при ручной укладке досок в рядовой штабель.

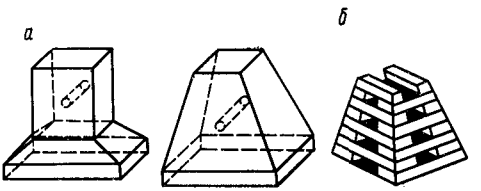


Рис. 150. Опоры подштабельного фундамента:
а — железобетонные и бетонные; *б* — деревянные

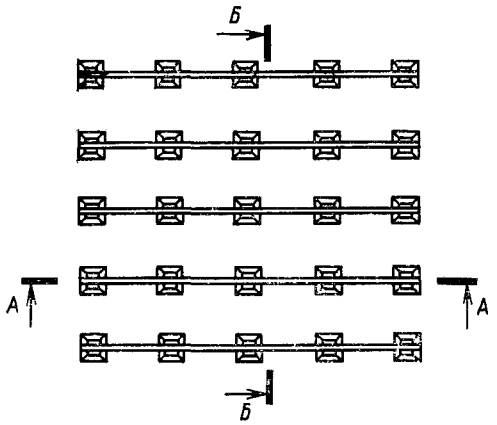
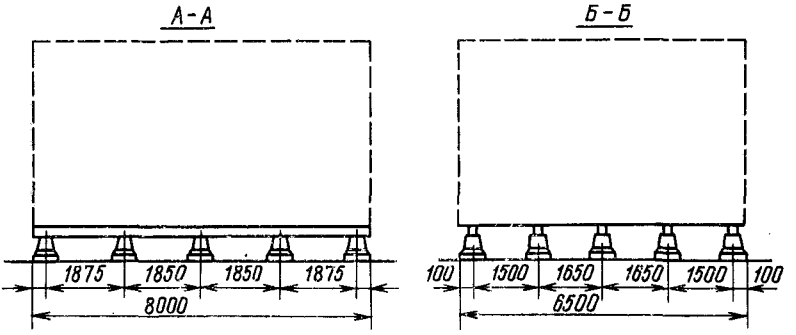


Рис. 151. План и разрезы подштабельного фундамента для пакетного или рядового реечного штабеля



При формировании пакетного штабеля автопогрузчиком в середине подштабельного фундамента опоры ставят пониженные (рис. 152), на них и устанавливают переносные деревянные рамки. Пониженные опоры и переносные рамки делают для того, чтобы создать условия для продвижения автопогрузчиков с пакетами пиломатериалов. В один штабель помещают одинаковые по породам и размерам пиломатериалы. Правильная укладка штабелей обеспечивает хорошую циркуляцию воздуха как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

В рядовые штабеля пиломатериалы укладывают горизонтальными рядами. В каждом ряду между досками оставляют промежутки (шпации), которые образуют в штабелях вертикальные каналы для движения воз-

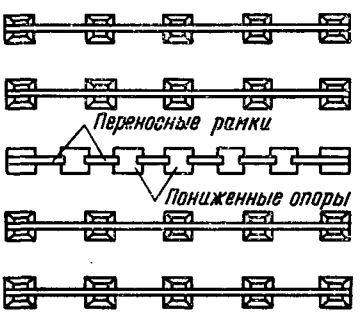


Рис. 152. План подштабельного фундамента для пакетного штабеля, укладываемого автопогрузчиком

Таблица 38

Зависимость ширины шпаций от климатических условий

Ширина пиломатериалов, мм	Ширина шпаций, мм, для климатических зон	
	для 1 и 2-й	для 3 и 4-й
До 150	100—125	75—100
От 150 до 280	150—175	125—150

духа. Для циркуляции воздуха в горизонтальном направлении ряды досок выкладывают на прокладках. Доски и прокладки по высоте должны быть уложены вертикальными рядами во избежание деформации пиломатериалов. Прокладки необходимо укладывать над каждой балкой фундамента. Сухие прокладки и рейки для укладки пиломатериалов первой группы имеют размер 25×40 мм. Шпации между досками устанавливают в зависимости от ширины высушиваемых пиломатериалов и климатических зон (табл. 38).

В рядовые штабеля доски укладывают заподлицо и в глубокий потай. При укладке заподлицо кромки прокладок и торцы досок находятся в одной вертикальной плоскости (рис. 153). Заподлицо с прокладками укладывают пиломатериалы первой группы качества в реечные штабеля и пиломатериалы третьей группы в круглые штабеля. Если по краям штабеля размещают две прокладки, а доски при этом укладывают на внутренней прокладке (рис. 154), то такой способ называется укладкой в глубокий потай. Этот способ применяется для укладки пиломатериалов второй группы в круглые штабеля на прокладки из до-

сок. Укладка досок в глубокий потай предохраняет торцы от потемнения и растрескивания.

Допускается укладка пиломатериалов первой и второй групп качества в рядовые штабеля с выступающими концами (рис. 155),

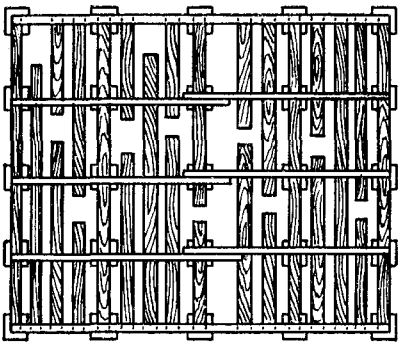


Рис. 153. Схема укладки досок в рядовые штабеля заподлицо с прокладками-рейками

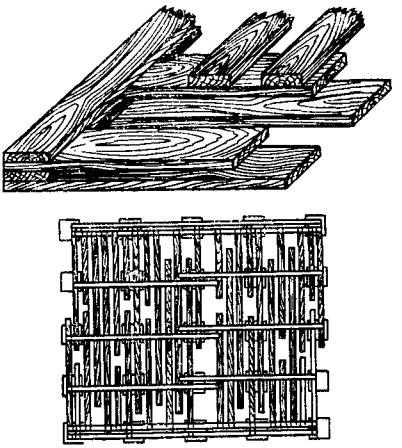


Рис. 154. Схема укладки досок в рядовые штабеля в глубокий потай

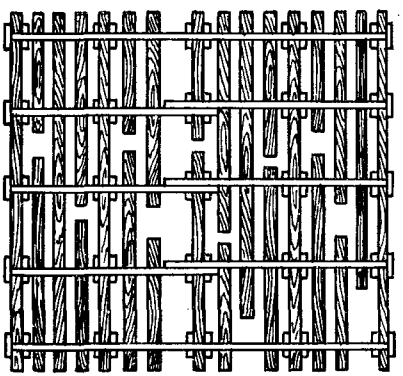


Рис. 155. Схема укладки досок в рядовые штабеля с выступающими концами

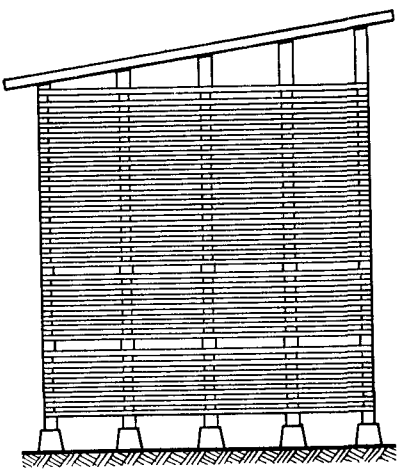


Рис. 156. Схема расположения горизонтальных каналов в штабеле

но только в том случае, если они предназначаются к отправке в этот же сезон. Крайние прокладки (рейки) в таких штабелях размещают на определенном расстоянии в зависимости от их

толщины: если пиломатериалы имеют толщину до 38 см, то прокладки размещаются на расстоянии 30—45 см от торцов, а при толщине 40 мм и более — на расстоянии 45—60 см.

Для лучшей циркуляции воздуха внутри штабелей, кроме каналов, образуемых шпациями и рядами прокладок, в штабелях создают вертикальные и горизонтальные каналы. Вертикальные каналы имеют ширину не менее 40 см в зимний период укладки и не менее 60 см в летний период; делают их в середине штабеля во всю его высоту.

Горизонтальные каналы делают высотой 15 см на расстоянии 1 и 2 м от нижнего ряда пиломатериалов. Каналы образуются путем установки над опорами подштабельного фундамента на кромку отрезков досок (стульчиков) толщиной 75 мм и шириной 150 мм, которые разделяют штабель по высоте на отдельные части (рис. 156). Укладка пиломатериалов в штабеле на подштабельных фундаментах определенной высоты с образованием горизонтальных и вертикальных каналов позволяет обеспечить движение воздуха внутри штабеля в различных направлениях.

Исследования показывают, что в штабелях с вертикальными и горизонтальными каналами бывает неравномерное испарение влаги по ширине и высоте штабеля. Для обеспечения более или менее равномерного просыхания древесины по ширине штабеля можно применять укладку досок в горизонтальных рядах с дифференцированной (увеличивающейся к середине штабеля) шириной шпации. Одинаковое состояние воздуха по высоте штабеля обеспечивается за счет укладки по высоте штабеля прокладок дифференцированной толщины (например, наиболее толстых в нижней части штабеля, средней толщины — посередине штабеля, наиболее тонких в верхней части) или использования унифицированных по толщине прокладок путем укладки их в нижней части штабеля на кромку, а в верхней части штабеля — на пласть.

Движение воздуха внутри штабеля в горизонтальном направлении создается под влиянием ветра и зависит от его направления и силы. Это должно учитываться при выборе площадки для склада и при расположении штабелей по отношению к господствующим ветрам.

Вертикальное движение воздуха внутри штабеля возникает под действием испарения влаги и температурного перепада в различных частях штабеля. При испарении влаги из пиломатериалов происходит поглощение тепла из воздуха, и поэтому температура воздуха внутри штабеля бывает ниже температуры наружного воздуха. Вследствие этого более теплый и легкий наружный воздух перемещается по штабелю сверху вниз.

Поскольку древесина хорошо аккумулирует тепло, в холодное время, особенно ночью, температура внутри штабеля бывает выше, чем в окружающей среде, и воздух по штабелю

движется снизу вверх. Очень важно при устройстве складов предусмотреть необходимые условия для свободной циркуляции воздуха вокруг и внутри штабелей, выбрать более высокую площадку, необходимую высоту подштабельных фундаментов, ширину шпаций и вертикальных каналов.

Указанные требования к укладке в штабеля обрезных хвойных пиломатериалов в одинаковой мере относятся и к пиломатериалам лиственных пород. Пиломатериалы из древесины лиственных пород укладывают в штабеля на рейках (прокладках) с перпендикулярным расположением кромок по отношению к господствующим ветрам во избежание интенсивного высыхания и растрескивания торцов. Расстояние между центрами опор фундамента по длине и ширине штабеля меньше, чем в штабелях хвойных пиломатериалов (1—1,5 м).

Необрезные доски лиственных пород укладывают в штабеля одной толщины, но разной ширины и длины. Между широкими концами досок оставляют шпации шириной 8—10 см. По вертикали доски выравнивают по продольной их оси или по одной из кромок. После распиловки во избежание порчи пиломатериалы лиственных пород должны быть очищены от опилок.

Аналогичным образом укладывают в штабеля необрезные пиломатериалы хвойных пород с той лишь разницей, что в качестве прокладок используют те же доски. От рассмотренного способа штучной укладки пиломатериалов в рядовые штабеля значительно отличается пакетный способ формирования штабелей. Этот способ весьма прогрессивен, так как позволяет сократить сроки сушки пиломатериалов, улучшить их сохранность, повысить использование складских площадей, почти полностью механизировать трудоемкие процессы на складах.

Пакетный штабель формируют из заранее подготовленных пакетов пиломатериалов на пакетоформирующей машине, расположенной возле сортплощадки или на складе. Все пакеты пиломатериалов на заводе должны быть одинаковой ширины и высоты, что необходимо для их транспортировки, укладки в штабеля и разборки при помощи различных механизмов.

Выбор параметров подъемно-транспортного оборудования для комплексной механизации работ на складах пиломатериалов также зависит от габаритных размеров пакетов. Современный автолесовоз Т-140, выпускаемый отечественной промышленностью, позволяет перевозить пакет шириной 1350 мм и высотой 1300 мм. Длина сушильного пакета определяется длиной пакетируемых пиломатериалов. Короткие пиломатериалы по длине пакета укладывают встык, при этом внешние торцы их должны быть выровнены по соответствующим торцам пакета.

В сушильный пакет (рис. 157) хвойные пиломатериалы укладывают со шпациями на реечных прокладках толщиной 19—25 мм и шириной 40—50 мм. Длина прокладок должна быть равна ширине пакета. Количество прокладок по длине

пакета должно соответствовать количеству опор подштабельных фундаментов (обычно 4 или 5, в зависимости от ширины штабеля). Крайние прокладки в пакете должны быть уложены на расстоянии 30—45 см от торцов при толщине пиломатериалов до 38 мм и на расстоянии 45—60 см при толщине пиломатериалов 40 мм и более. Все прокладки смежных рядов пиломатериалов должны быть расположены точно в вертикальном направлении.

При формировании штабеля между пакетами пиломатериалов укладываются сухие прокладки толщиной не менее 75 мм. Это позволит заходить вилочному захвату автопогрузчика. Прокладки укладывают таким образом, чтобы их продольная ось совпадала с осью опор подштабельных фундаментов.

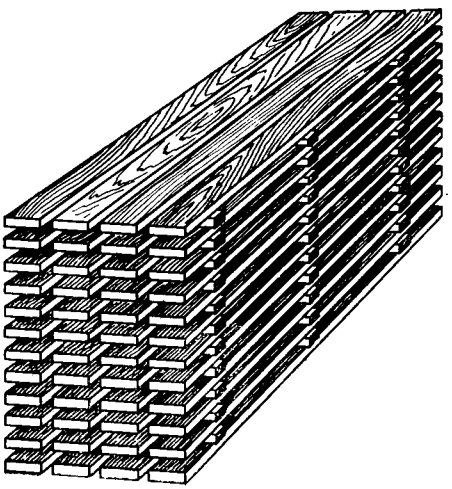


Рис. 157. Сушильный пакет пиломатериалов

При укладке штабеля между пакетами в каждом горизонтальном ряду оставляют разрывы. Ширина разрывов обусловлена высотой штабеля: при высоте до 6 м ширина разрыва составляет не менее 25 см, а при высоте более 6 м — не менее 40 см. Оставленные разрывы образуют в штабелях вертикальные каналы. Горизонтальные и вертикальные каналы служат проводными путями для воздуха внутри штабеля как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Длина и высота штабелей зависит от технических параметров механизмов, применяемых для укладки пакетов. Высота штабелей зависит от максимальной высоты подъема пакета механизмами. Ее определяют по формуле

$$H = h_1 + h_2 n + h_3 (n - 1) + h_4 \text{ м}, \qquad (203)$$

где h_1 — высота подштабельного фундамента;

h_2 — высота пакета, м;

n — количество пакетов;

h_3 — толщина прокладки между пакетами пиломатериалов, м;

h_4 — высота крыши штабеля, м.

Ширина пакетного штабеля определяется длиной пакетов пиломатериалов; обычно ширина пакетного штабеля не превышает 6,5—7 м. Для защиты от атмосферных осадков и других

внешних факторов штабеля пиломатериалов накрывают крышами. Конструкция крыши зависит от типа штабелей. Над рядовыми штабелями сооружают временные разборные крыши из досок толщиной 22—25 мм и шириной не менее 150 мм, укладываемых вразбежку в два ряда по толщине (рис. 158). Для придания наклона (12 см на 1 пог. м длины) крыши укладывают на подголовники, расположенные над опорами подшта-

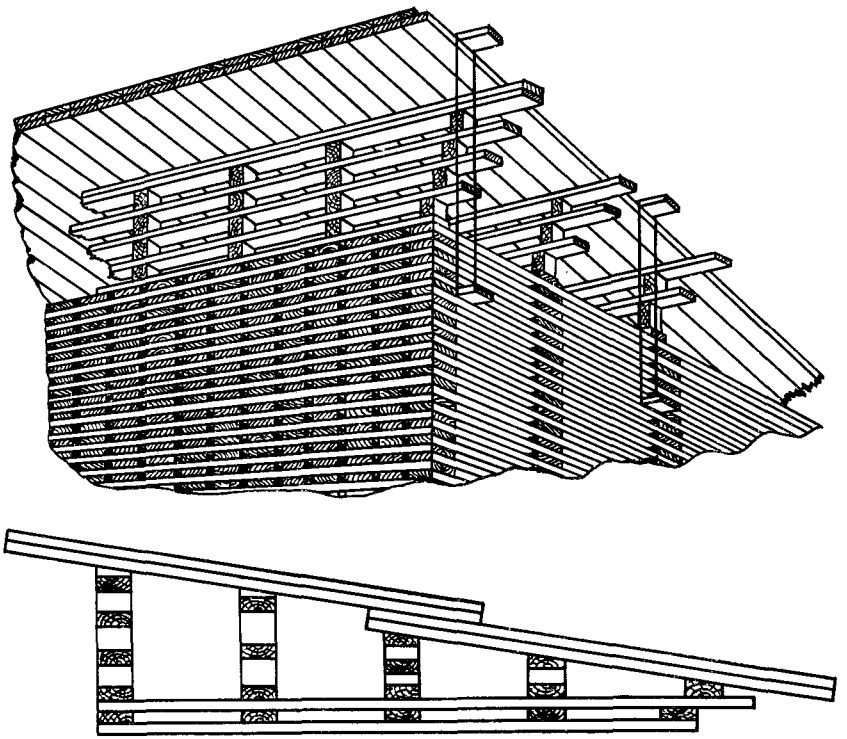


Рис. 158. Разборная крыша для рядовых штабелей

бельного фундамента. Поскольку длина досок меньше длины крыши, их делают составными. При этом сначала укладывают нижнюю часть, а затем верхнюю. В верхней части крыши укладывают толстые доски. Последние скрепляют со штабелем проволокой. Крыша должна выступать за края штабеля на 0,5—0,75 м. Для закрытия пакетных штабелей используют также односкатные или двускатные съемные крыши. Каждая из них закрывает один вертикальный ряд пакетов (или несколько рядов). Уклон готовых крыш для пакетных штабелей должен быть не менее 6 см на 1 пог. м ее длины. Щели между отдельными крышами закрываются щитами.

Крыши при формировании штабелей автопогрузчиками закрывают один вертикальный ряд пакетов; крыши поднимают наверх вместе с верхним пакетом пиломатериалов и крепят к штабелю при помощи троса. При разборке штабелей крышу снимают вместе с верхними пакетами автопогрузчиком. При укладке пакетных штабелей кранами можно применять крыши, закрывающие несколько вертикальных рядов пакетов (обычно три). На рис. 159 показана инвентарная крыша ЦНИИМОД, размеры которой в плане составляют 8×5,25 м.

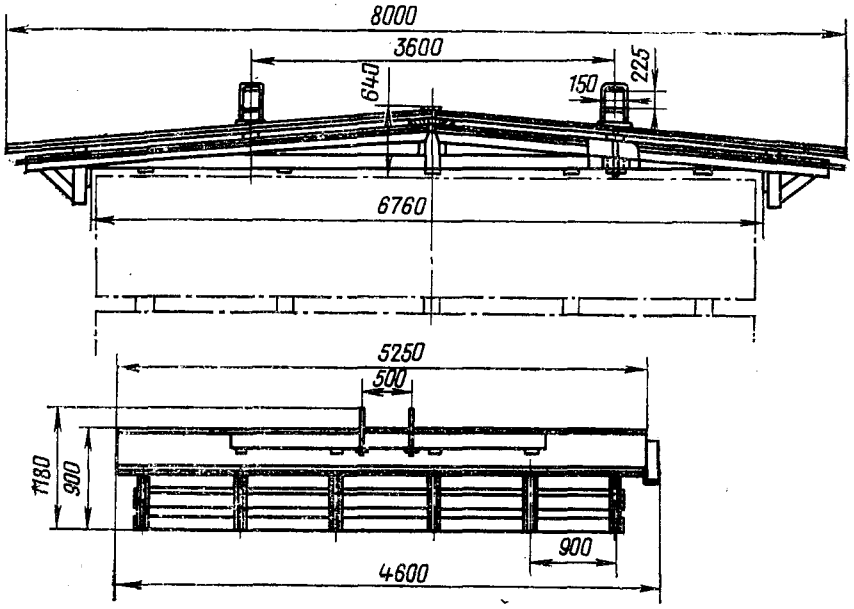


Рис. 159. Инвентарная крыша для пакетных штабелей (ЦНИИМОД)

Количество пиломатериалов, находящихся в штабеле (емкость штабеля), определяют, исходя из его объема и коэффициента заполнения.

Объем штабеля находят по формуле

$$V_{шт} = BLH \text{ м}^3, \tag{204}$$

где B — ширина штабеля, м;
L — длина штабеля, м;
H — высота штабеля, м.

Ширина штабеля равна

$$B = B_1 - b \text{ м}, \tag{205}$$

где B_1 — полная ширина штабеля, м;
b — ширина вертикального канала (трубы), м.

Высота штабеля равна

$$H = H_1 - hn \text{ м}, \tag{206}$$

где H_1 — высота штабеля без крыши и подштабельного основания, м;

h — высота горизонтального канала, м;

n — количество горизонтальных каналов, шт.

Объем пиломатериалов в штабеле определяют по формуле

$$Q_{шт} = V_{шт} K_{шт} \text{ м}^3, \tag{207}$$

где $K_{шт}$ — общий коэффициент заполнения штабеля пиломатериалов.

Этот коэффициент можно определить как произведение линейных коэффициентов заполнения штабеля по ширине, длине и высоте:

$$K_{шт} = K_ш K_д K_в. \tag{208}$$

Коэффициент заполнения штабеля по ширине равен

$$K_ш = \frac{b_д}{b_д + b_ш}, \tag{209}$$

где $b_д$ — ширина доски, мм;

$b_ш$ — ширина шпации, мм.

Для круглого штабеля, где в качестве прокладок применяют доски, $K_ш$ определяют как среднеарифметическую величину коэфициентов для рядов досок и рядов прокладок:

$$K_ш = \frac{1}{2}\left(\frac{b_д}{b_д + b_ш} + \frac{b_д}{b_д + b_п}\right), \tag{210}$$

где $b_д$ — ширина доски, м;

$b_ш$ — ширина шпации в ряду досок, мм;

$b_п$ — ширина промежутка между прокладками; мм.

Коэффициент заполнения штабеля по высоте равен

$$K_в = \frac{m_д}{m_д + m_п}, \tag{211}$$

где $m_д$ — толщина доски, мм;

$m_п$ — толщина прокладки, мм.

Для круглого штабеля $K_в = 1$.

Коэффициент заполнения штабеля по длине равен

$$K_д = \frac{l}{L}, \tag{212}$$

где l — средняя длина досок в штабеле, м;

L — длина штабеля, м.

Подстановкой значений линейных коэффициентов можно получить общий коэффициент заполнения:

рядового штабеля на рейках

$$K_{шт}=\frac{b_д}{b_д+b_ш}\cdot\frac{h_д}{h_д+h_п}\cdot\frac{l}{L}; \qquad (213)$$

круглого штабеля

$$K_{шт}=\frac{1}{2}\left(\frac{b_д}{b_д+b_ш}+\frac{b_д}{b_д+b_п}\right)\frac{l}{L}. \qquad (214)$$

В среднем для обоих видов штабелей коэффициент заполнения составляет 0,30—0,35 (без учета подштабельных фундаментов). Из приведенных формул следует, что коэффициент заполнения рядовых штабелей зависит от ширины досок и шпаций, толщины досок и прокладок, а также от длины пиломатериалов и штабеля. На коэффициент заполнения круглых штабелей толщина досок и прокладок не влияет. Как в рядовых штабелях на рейках, так и в круглых коэффициент заполнения находится в прямой зависимости от ширины и высоты, но в обратной — от длины штабеля. Поэтому при устройстве складов пиломатериалов необходимо стремиться к уменьшению длины рядовых штабелей. В практике штабелям целесообразно придавать прямоугольную форму.

Объем пиломатериалов в одном сушильном пакете определяют по формуле

$$G_{пак}=B_{пак}H_{пак}L_{пак}K_{пак}\ м^3, \qquad (215)$$

где $B_{пак}$ — ширина пакета, м;

$H_{пак}$ — высота пакета, м;

$L_{пак}$ — длина пакета, м;

$K_{пак}$ — коэффициент заполнения пакета пиломатериалов.

Коэффициент заполнения пакета определяют по формуле

$$K_{пак}=\frac{b_д m_д l n_1 n_2}{1000^2 B_{пак}H_{пак}L_{пак}}, \qquad (216)$$

где $b_д$ — ширина доски, мм;

$m_д$ — толщина доски, мм;

l — длина доски, м;

n_1 — количество досок в ряду пакета;

n_2 — количество рядов досок в пакете.

Общий коэффициент заполнения пакетного штабеля определяют по формуле

$$K_{пак.\ шт}=\frac{G_{пак}n'}{V_{пак.\ шт}}, \qquad (217)$$

где $G_{пак}$ — объем пиломатериалов в одном пакете, м³;

n' — количество пакетов в штабеле;

$V_{пак.\ шт}$ — объем пакетного штабеля, м³, определяемый по формуле

$$V_{пак.\ шт} = BHL \text{ м}^3, \quad (218)$$

где B — ширина штабеля, м, равная длине пакета (6,0—7,0);

H — высота штабеля, м, равная

$$H = H_{пак} n_{пак_1} + m_{пак} (n_{пак} - 1), \quad (219)$$

где $H_{пак}$ — высота пакета, м;

$n_{пак_1}$ — количество пакетов по высоте штабеля;

$m_{пак}$ — толщина прокладок между пакетами, м;

L — длина штабеля, м, равная

$$L = B_{пак} n_{пак_2} + a (n_{пак_2} - 1) \text{ м}, \quad (220)$$

где $B_{пак}$ — ширина пакета, м;

$n_{пак_2}$ — количество пакетов по длине штабеля;

a — расстояние между пакетами пиломатериалов, м.

§ 4. ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗБОРКИ ШТАБЕЛЕЙ

Штучный способ укладки пиломатериалов на атмосферную сушку не позволяет полностью механизировать процесс формирования сушильных штабелей. При укладке рядовых штабелей можно механизировать подъем досок на штабель. Раскладка досок и прокладок по штабелю производится вручную.

При укладке досок в штабель или разборке последнего используют штабельные элеваторы (штабелеры). С их помощью доски снимают с вершины штабеля и опускают или, наоборот, поднимают на вершину штабеля. Штабелер представляет собой поперечный транспортер с вертикальной рамой, установленной на передвижной тележке. На звездочки, закрепленные на раме, натягивают две бесконечные цепи с захватами; рабочий укладывает доски на захваты, а элеваторы их поднимают. На захватах цепей доски переходят верхнюю звездочку, где они перекладываются на другую сторону захватов, и опускаются на штабель. Однако эти механизмы вытесняются автопогрузчиками. Последние более производительны и отличаются от штабельных элеваторов большей маневренностью.

При укладке рядовых штабелей автопогрузчик подает плотные пакеты пиломатериалов, из которых доски раскладывают вручную. Автопогрузчики, которые широко используются на складах для подъема плотных пакетов на штабель, пакетной погрузки пиломатериалов в полувагоны, платформы и плашкоуты, перевозки пиломатериалов по территории завода и т. п., весьма эффективно применяются также для формирования пакетных штабелей.

При формировании пакетного штабеля автопогрузчиком пакеты пиломатериалов укладывают в штабель вертикальными

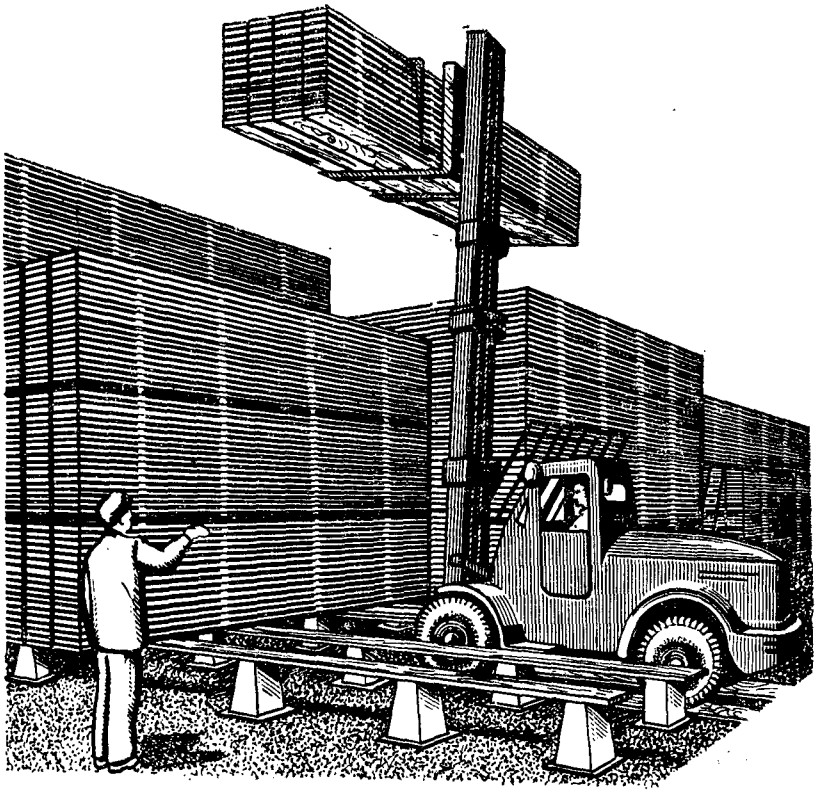


Рис. 160. Общий вид формирования пакетного штабеля автопогрузчиком

рядами (рис. 160). Всю работу по укладке штабеля выполняют водитель автопогрузчика и рабочий. К месту укладки пакеты пиломатериалов подвозят автолесовозами, а при малых расстояниях — автопогрузчиками. На лесопильных заводах применяют автопогрузчики различных моделей. Для укладки пакетных штабелей больше других подходят автопогрузчики моделей 4045 и 4049. Автопогрузчик модели 4049 может поднимать широкие сушильные пакеты на значительную высоту (7 м). Новый автопогрузчик модели Т-138 позволяет укладывать сушильные пакеты в спаренные вертикальные ряды (рис. 161). По-

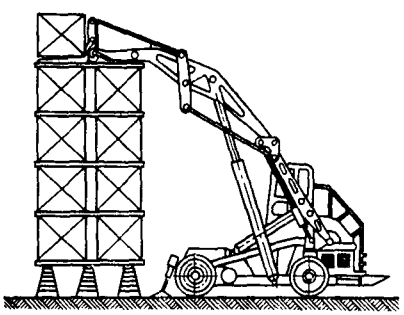


Рис. 161. Укладка сушильных пакетов в спаренные вертикальные ряды автопогрузчиком Т-138

этому с помощью автопогрузчиков моделей 4049 и Т-138 можно формировать устойчивые высокие пакетные штабеля. Техническая характеристика автопогрузчиков приводится ниже.

Техническая характеристика автопогрузчиков

Параметры	Модели автопогрузчиков		
	4049	4045	Т-138
Грузоподъемность на вилах, кг	5000	5000	6 300
Расстояние от центра тяжести груза до передних стенок вилок, мм	700	600	700
Наибольшая высота подъема груза на вилах, мм	7000	4000	6 730
Наименьший радиус поворота по наружному габариту, мм	4700	3700	
Дорожный просвет, мм	220	240	320
База, мм	2600	2200	3 000
Масса без груза, кг	9100	5650	12 740
Габарит, мм:			
общая длина с вилами	5980	5022	7340
ширина	2510	2250	2500
высота (при опущенных вилах)	3600	3260	3870
длина вил, мм	1400 (2200)	1200	1400
Расстояние между вилами (по наружной кромке), мм	2000	1100	2000
Перемещение вил, мм:			
вправо	200	—	200
влево	200	—	200
Угол наклона рамы грузоподъемника, град:			
вперед	—	3	3
назад	11	10	10
Угол наклона каретки, град:			
вправо	7	—	7
влево	7	—	7
Скорость:			
подъема груза на вилах, м/мин	11	10	13
передвижение автопогрузчика, км/ч	30	36	20
Завод-изготовитель:	Львовский завод автопогрузчиков		Соломбальский машиностроительный завод

Производительность автопогрузчика определяют по формуле

$$A = \frac{TG_{пак}K}{t_ц} \text{ м}^3 \text{ в смену}, \qquad (221)$$

где T — продолжительность смены, мин;

$G_{пак}$ — объем пакета пиломатериалов, м^3;

K — коэффициент использования рабочего времени;

$t_ц$ — продолжительность цикла операций с одним пакетом, мин.

Продолжительность цикла $t_ц$ определяют по затратам времени:

$$t_ц = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где t_1 — время захвата пакета, с;
t_2 — время перевозки пакета к месту формирования штабеля, с;
t_3 — время подъема и укладки пакета на штабель, с;
t_4 — время возврата автопогрузчика без груза к месту формирования пакета, с.

Для механизации работ по укладке и разборке пакетных штабелей на складах пиломатериалов, кроме автопогрузчиков, применяют козловые, башенные и, значительно реже, мостокабельные краны. При формировании штабелей кранами сушильные пакеты укладывают горизонтальными рядами. Межпакетные прокладки для обеспечения устойчивости штабеля должны перекрывать не менее трех пакетов. Пакетный штабель может быть сплошным или секционным (каждая секция состоит из трех-четырех пакетов в горизонтальном ряду). Подлежащие укладке пакеты пиломатериалов подвозят к крану автолесовозами или рельсовым транспортом. Укладку и разборку штабелей выполняет бригада в составе машиниста и одного-двух рабочих.

Краны общего назначения, которые используются на складах пиломатериалов, имеют крюковые захваты. Для того чтобы с их помощью поднимать и транспортировать пакеты пиломатериалов, на многих предприятиях пакеты обвязывают канатными стропами. Однако применение канатных строп имеет существенные недостатки. Они заключаются в трудности и опасности застропки пакета на штабеле, повреждении кромок крайних досок пакета стропами, нарушении шпаций и др. Поэтому в последнее время получают применение крановые захваты, к которым, в частности, относятся захваты конструкции ЦНИИМОД портального типа ЗП-2 и вилочного типа ЗВ-3, показанные на рис. 162. Применение крановых захватов не только механизирует соответствующие работы, но и повышает производительность труда на укладке штабелей.

На складах пиломатериалов для укладки и разборки штабелей наибольшее применение имеют консольно-козловые краны моделей ККУ-7,5 и ККУ-10. В пролете между опорами этих кранов размещают штабеля пиломатериалов. Консоли увеличивают ширину фронта работ козловых кранов. Ширина рабочей зоны крана зависит от его пролета и длины консолей, а длина — от длины подкрановых путей. К недостаткам козловых кранов, с точки зрения использования их для укладки пакетных штабелей, относятся: сравнительно небольшая высота подъема крюка (10 м) и невысокие скоростные характеристики.

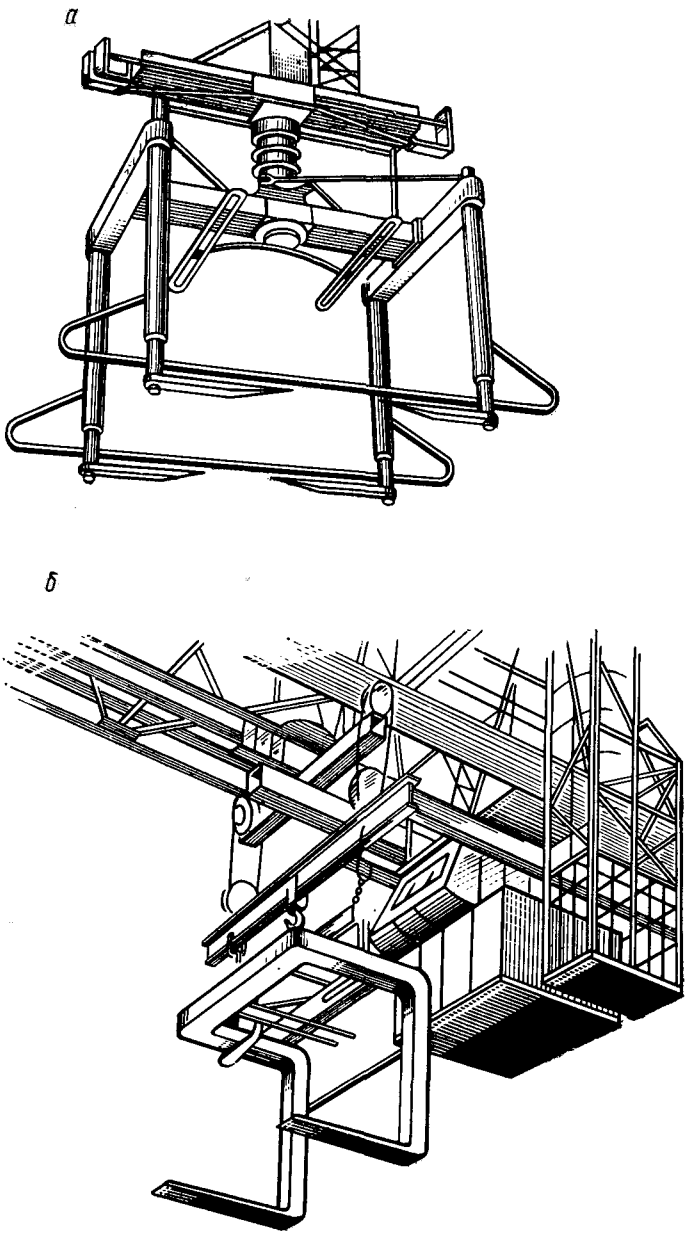


Рис. 162. Крановые захваты:
а — портального типа; *б* — вилочного типа

Основной тип башенных кранов, используемый для укладки штабелей, это — БКСМ-14ПМ. Башенные краны этого типа имеют большую высоту подъема крюка — 16,4 м. Благодаря передвижению грузовой тележки вдоль стрелы и портала крана по рельсам на складе создается широкий фронт погрузочно-разгрузочных работ (шириной до 60 м), что позволяет укладывать сушильные пакеты в штабеля, разбирать штабеля пакетами, устанавливать на штабеля крыши, а также грузить пиломатериалы пакетами в железнодорожные полувагоны и платформы. Однако рабочая зона захвата пакета у башенных кранов недостаточно просматривается машинистом. Эти краны имеют относительно малую грузоподъемность (5 т), одноточковую систему подвеса груза, значительную инерционность груза при подъеме стрелы. Перечисленные недостатки башенных кранов ограничивают их применение на складах пиломатериалов.

Производительность козловых и башенных кранов на укладке пакетных штабелей определяют по формуле

$$A = \frac{TG_{пак} \cdot K}{t_ц} \text{ м}^3 \text{ в смену}, \qquad (222)$$

где T — продолжительность смены, мин;

$G_{пак}$ — объем пакета пиломатериалов, м^3;

K — коэффициент использования рабочего времени крана (0,8—0,9);

$t_ц$ — продолжительность цикла обработки одного пакета, мин.

Продолжительность цикла t определяется суммированием времени, затраченного на отдельные операции:

$$t_ц = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7,$$

где t_1 — время на опускание крюка к пакету, с;

t_2 — время на захват пакета, с;

t_3 — время на подъем пакета, с;

t_4 — время на перемещение крана, с;

t_5 — время на перемещение грузовой тележки или время поворота стрелы крана, с;

t_6 — время на опускание пакета и его установку в штабель, с;

t_7 — время на подъем крюка после укладки пакета, с.

По данным хронометража, продолжительность цикла для козловых кранов модели ККУ находится в пределах от 5 до 7,5 с, для башенного крана модели БКСМ-14ПМ — 6 с (при использовании канатных строп).

Метод расчета объема работ по стадиям производственного процесса на складах пиломатериалов и потребного оборудования для их выполнения аналогичен соответствующим расчетам для складов сырья (см. главу 7).

§ 5. ПРИНЦИПЫ ПЛАНИРОВКИ И РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ СКЛАДОВ ДЛЯ АТМОСФЕРНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Для устройства склада выбирают сухую, с низким залеганием грунтовых вод площадку, расположенную на возвышенном месте по сравнению с другими объектами лесопильного завода. При планировке складов штабеля объединяют в секции (груп-

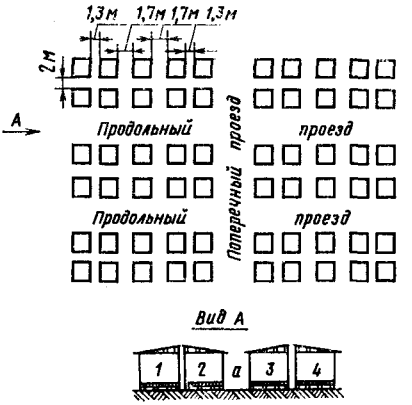


Рис. 163. Планировка групп рядовых штабелей

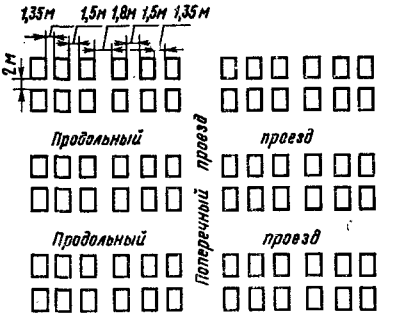


Рис. 164. Планировка групп пакетных штабелей при укладке автопогрузчиком

пы). Каждую группу отделяют от соседних групп продольными и поперечными проездами, а между штабелями оставляют разрывы для лучшей циркуляции воздуха. Разрывы не должны быть одинаковыми, а по мере отдаления от крайних к серединным штабелям—увеличиваться. Ширина продольных проездов должна быть 9—10 м, поперечных — не менее 5 м. Направление продольных проездов между штабелями должно совпадать с направлением господствующего ветра, а в районах, где последнее выражено слабо, проезды следует располагать с севера на юг. Площадь, занятая каждой группой штабелей, не должна превышать 900 м².

Планировка групп рядовых штабелей показана на рис. 163, при пакетной укладке автопогрузчиком — на рис. 164, при пакетной укладке

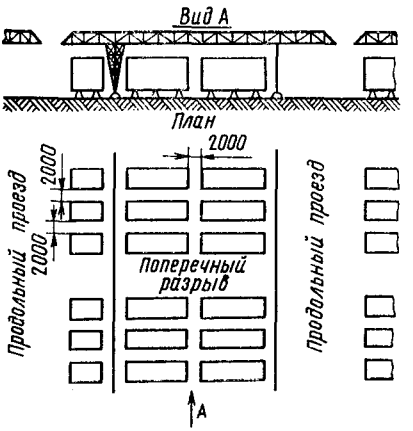


Рис. 165. Планировка групп пакетных штабелей при укладке козловым краном

козловым краном — на рис. 165. Группы штабелей объединяют в кварталы, а кварталы — в участки. Площадь квартала должна быть не более 4 га при длине 250 м. Кварталы отделяют один от другого пожарными разрывами шириной не менее 25 м, с замощенной частью дороги не менее 6 м. С внешней стороны кварталов устраивают пожарные проезды шириной не менее 10 м от границ склада при ширине замощения не менее 6 м. Склады пиломатериалов, имеющие более четырех кварталов, должны быть разделены противопожарными зонами, ширина которых не менее 100 м, на участки; площадь каждого участка составляет не более 18 га.

Общая площадь склада может быть определена по формуле

$$F_{\text{общ}} = \frac{E}{HK_{\text{пл}}K_{\text{зап}}K_{\text{укл}}}, \qquad (223)$$

где E — количество пиломатериалов для единовременного размещения на складе, м³;

H — высота штабелей без подштабельных оснований, м;

$K_{\text{пл}}$ — коэффициент использования площади склада, представляющий собой отношение площади, занятой штабелями, ко всей площади склада (0,35—0,40);

$K_{\text{зап}}$ — коэффициент заполнения штабелей (0,30—0,35);

$K_{\text{укл}}$ — коэффициент, который учитывает неполноту укладки штабелей (0,8—0,9).

Коэффициент $K_{\text{укл}}$ учитывают тогда, когда укладка штабелей на складах неполная (недостаток пиломатериалов данного сечения и др.). Формулу (223) применяют для укрупненного расчета. Более точно расчет ведут по конкретной планировке склада с учетом площадей, занятых штабелями пиломатериалов, проездами, разрывами между штабелями, пожарными проездами, зонами для выгрузочных механизмов и др.

§ 6. ХРАНЕНИЕ И ОТГРУЗКА СУХИХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Товарные пиломатериалы отправляют с лесопильных предприятий потребителям главным образом железнодорожным транспортом в полувагонах или на платформах и по водным путям в судах. Погрузка пиломатериалов при этом представляет собой очень тяжелую и трудоемкую операцию. При ее выполнении целесообразно практиковать погрузку пиломатериалов в пакетах. Для этого требуется предварительная укладка пиломатериалов в плотные транспортные пакеты. Размеры таких пакетов, а также методы их формирования и транспортирования определены ГОСТ 16369—70 и ГОСТ 6564—63.

Перед формированием транспортных пакетов пиломатериалы должны быть рассортированы по длине (согласно ГОСТ 6564—63). Для сортировки пиломатериалов по длине и формирования транспортных пакетов могут быть использованы авто-

матические сортировочные устройства типа УСД-18. При отсутствии указанных устройств необходимо сухие пиломатериалы сортировать по длинам, что можно выполнять на поперечных цепных транспортах типа ТСП-3 в компоновке с проходными торцовочными устройствами типа ЦТ3-2М, а транспортные пакеты формировать на пакетоформирующих машинах или вручную.

Сформированные плотные пакеты сухих пиломатериалов подают к фронту погрузки или укладывают для хранения. Целесообразно хранить сухие пиломатериалы первой группы качества в закрытых складах или под навесами. Торцовые стены навесов должны быть плотными. С боков навесы должны закрываться щитами или шторами. Пиломатериалы второй и третьей качественных групп можно хранить и без навесов, на открытом воздухе. Но в этом случае их тщательно укрывают щитами, пленкой и другими материалами.

Закрытые склады и открытые участки для хранения сухих пиломатериалов оборудуют подштабельными фундаментами. Высота фундаментов в закрытых складах должна быть не менее 30 см, а под навесами и на открытых участках 50—75 см, в зависимости от климатической зоны. Для формирования (и разборки) пакетных штабелей в закрытых складах и под навесами применяются мостовые краны и автопогрузчики. Пакетные штабеля для хранения сухих пиломатериалов по конструкции аналогичны пакетным штабелям для атмосферной сушки.

Сохранность сухих пиломатериалов в осеннее и зимнее время может быть обеспечена за счет обертки пакетов водонепроницаемой бумагой. ЦНИИМОД рекомендует пятистороннюю обертку пакетов пиломатериалов. Пиломатериалы в обернутых пакетах могут храниться на открытых складах в штабелях, накрытых крышами.

Механизированная погрузка пакетов пиломатериалов в полувагоны или на платформы может осуществляться при помощи козловых или башенных кранов, автопогрузчиков или других механизмов.

Погрузку пиломатериалов осуществляют пакетами, упакованными многооборотными обвязками, стальной лентой и проволокой, или блок-пакетами, состоящими из нескольких пакетов. В зависимости от размеров поперечного сечения пакетов по ширине и высоте вагона укладывают по два-три пакета. Пакеты, обвязанные стальной лентой, по высоте и ширине штабеля разделяют прокладками. По длине штабеля укладывают две-три прокладки. Пакеты, обвязанные многооборотными обвязками, разрешается грузить без прокладок. По длине вагона можно располагать несколько штабелей. Пакетированные пиломатериалы после погрузки должны быть закреплены в соответствии с установленными правилами перевозок железнодорожным транспортом. При перевозке сухие пиломатериалы должны быть защищены от атмосферных осадков и загрязнения.

Для погрузки пиломатериалов в суда применяются краны, которыми оснащаются морские и речные суда или механизированные причалы; в глубокие подпалубные пространства трюмов пакеты укладывают с помощью электропогрузчиков. Погрузка, крепление и перевозка пиломатериалов на судах производятся с учетом действующих правил на морском и речном транспорте.

§ 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА СКЛАДАХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

На складах пиломатериалов опасно падение досок при подъеме их на штабель, а при разборке штабелей возможно падение работающих со штабеля. Поэтому на штабелях при сильном ветре не разрешается проводить какую-либо работу на высоте от земли более 3 м. Не разрешается становиться на край штабеля и двигаться вспять от середины его к краю. Работать на штабеле одновременно разрешается только двух рабочим. На каждом рабочем месте при работе двух и более рабочих один из них, более опытный, назначается старшим. Он обязан следить за правильными приемами остальных рабочих и подавать сигналы при совместной работе. Рабочие должны работать в спецодежде и рукавицах.

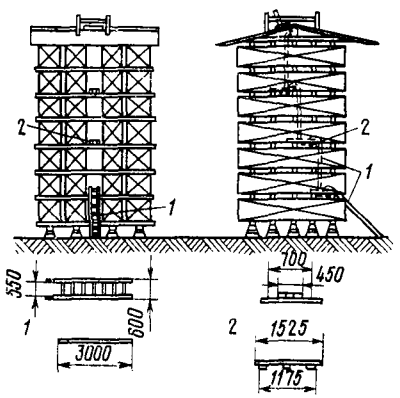


Рис. 166. Переносная лестница для безопасного подъема рабочих на штабель:
1 — лестница; *2* — переходной мостик

Осветительные приборы должны быть установлены выше самого высокого штабеля. Места, где возможно скольжение, должны быть посыпаны песком или золой. Запрещается стоять под пакетами, которые поднимаются кранами и автопогрузчиками. Водители автопогрузчиков и крановщики должны соблюдать правила технической эксплуатации вверенного им оборудования и безопасной работы. Краны должны быть оборудованы звуковой сигнализацией.

Фундаментные опоры под штабелями досок должны быть прочными, соответствовать весу штабеля, не давать осадки, наклона и перекоса штабелей. В пакетных штабелях, формируемых кранами, должна сооружаться переносная лестница для подъема и спуска рабочих (рис. 166). С этой целью при укладке штабеля между пакетами создается вертикальный разрыв шириной не менее 700 мм. Для подъема на штабель, формируемый автопогрузчиком, необходимо пользоваться приставными лестницами.

Антисептический препарат ГР-48 в рабочих концентрациях

растворов не представляет собой сильноядовитого вещества. Однако при систематическом попадании на кожу он вызывает зуд и покраснение. Попадая в глаза, антисептик и его растворы вызывают сильное жжение. Основной мерой против возникновения опасных условий для работающих с антисептиками и антисептическими растворами ГР-48 является соблюдение правил безопасной работы с ними. Препарат ГР-48 в порошке ядовит и гигроскопичен, поэтому его следует хранить в отдельном сухом и отапливаемом помещении. Тара после использования препарата должна быть сожжена. Рабочие, занятые приготовлением растворов антисептика, должны иметь спецодежду — халат, прорезиненный фартук с нагрудником, резиновые сапоги, очки-консервы, резиновые перчатки.

На складах пиломатериалов очень велика опасность пожара, поэтому склады оборудуются кольцевой системой водопровода. Давление в водопроводной сети должно быть не менее 2 атм. Склад должен быть оборудован огнетушителями.

Глава 12. РАСКРОЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ И ОБОРУДОВАНИЕ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ

Получение заготовок связано с раскроем длинномерных и широких пиломатериалов на короткие и более узкие. Для производства столярно-строительных изделий требуются преимущественно хвойные, толстые и в большей части высококачественные заготовки. На 1000 м² оконных блоков требуется 55—60 м³ заготовок, из них 61% должны быть по качеству не ниже III и 7% — I группы. На 1000 м² дверных блоков расходуется 30—35 м³ заготовок и в большей части среднего качества, по IV группу включительно.

В производстве мебели в связи с широким использованием древесных плит потребность в заготовках из натуральной древесины уменьшается, но тем не менее в среднем она составляет 800—850 м³ на 1 млн. руб. продукции, в том числе около 80% из древесины хвойных и 20% из твердых лиственных пород. Значительными потребителями заготовок являются машиностроительные предприятия (судостроение, вагоно-, авто-, сельхозмашиностроение и др.) и тарная промышленность. Размерный и качественный состав заготовок весьма разнообразен.

Раскрой пиломатериалов на заготовки осуществляется в основном на деревообрабатывающих предприятиях. Последние получают пиломатериалы от лесопильных предприятий. Расширение производства заготовок выгоднее концентрировать на лесопиль-

ных предприятиях. Это уменьшит объем перевозок как пиломатериалов, так и полученных при этом отходов.

На крупных деревообрабатывающих предприятиях процессы раскроя отделены от других процессов обработки и размещены в отдельных цехах, которые называют раскройными. На средних и мелких предприятиях раскрой размещают в цехах машинной обработки на специальных участках. Имеются случаи размещения отделений или участков раскроя в составе сушильного цеха предприятия.

Состав и структура технологического процесса производства заготовок зависят от размерного и качественного состава раскраиваемых пиломатериалов и подлежащих выработке из них заготовок. Пиломатериалы, предназначенные для раскроя на заготовки, подразделяются:

по степени обработки — на обрезные, необрезные и с одной обрезной кромкой;

по сечению — сечения совпадают с сечением вырабатываемых заготовок, сечения кратные по толщине или ширине соответствующему размеру заготовок, сечения, не совпадающие с сечением заготовок;

по качеству древесины — качество древесины пиломатериалов совпадает с качеством древесины заготовок, качество древесины пиломатериалов ниже качества древесины заготовок;

по влажности древесины — пиломатериалы сырые (влажность их древесины выше влажности древесины заготовок); сухие (влажность древесины пиломатериалов и заготовок совпадает).

Заготовки, в свою очередь, в зависимости от конструктивных особенностей будущих изделий подразделяются на заготовки брускового, щитового, блочного и погонажного типа. Кроме того, заготовки могут быть цельными и клееными. В зависимости от вида раскраиваемых пиломатериалов и получаемых заготовок, количество операций, их состав и порядок в технологическом процессе будут различными. Основным критерием, характеризующим эффективность процесса раскроя пиломатериалов, является рациональное использование перерабатываемых пиломатериалов, так как 75—85% стоимости заготовок и деталей приходится на долю древесины. По данным Ф. Л. Фишкиной (65), увеличение выхода заготовок из пиломатериалов только на 1% равноценно увеличению производительности участка раскроя в 1,5 раза (с 20 до 30 м³) при одновременном сокращении на этом участке 3 человек.

Технологический процесс выработки цельных и клееных заготовок из пиломатериалов складывается из таких операций, как сушка древесины, калибрование, разметка, поперечный раскрой по длине, продольный раскрой по ширине, продольный раскрой по толщине (реброванне), заделка сучков, склеивание по длине, ширине и толщине, сортировка заготовок по назначению.

Основные операции в процессах выработки заготовок из пиломатериалов это операции раскроя. Они в основном и определяют эффективность процесса и себестоимость заготовок. В табл. 39 приведены данные по наличию операций раскроя при выработке заготовок из пиломатериалов, которые отличаются по степени обработки, качеству древесины и размерам сечения.

Таблица 39

Наличие операций раскроя в технологическом процессе выработки заготовок из различных пиломатериалов

Вид материалов			Наличие операции *			
Название пиломатериалов по степени обработки	Сравнение пиломатериалов и заготовок по качеству	По соответствию размерам заготовок	Поперечный раскрой по длине	Поперечный или продольный раскрой — удаление пороков	Продольный раскрой по ширине	Продольный раскрой по толщине (ребрование)
1	2	3	4	5	6	7
Обрезные	Качество пиломатериалов совпадает с качеством заготовок	Сечение совпадает	+	—	—	—
		Кратные по толщине (или ширине)	+	—	—(+)	+(—)
		Сечение не совпадает	+	—	+	+
	Качество пиломатериалов ниже качества заготовок	Сечение совпадает	+	+	—	—
		Кратные по толщине (или ширине)	+	+	—(+)	+(—)
		Сечение не совпадает	+	+	+	+
Необрезные и с одной обрезной кромкой	Качество пиломатериалов совпадает с качеством заготовок	Толщина совпадает	+	—	+	—
		Кратные по толщине	+	—	+	+
		Толщина не совпадает	+	—	+	+
	Качество пиломатериалов ниже качества заготовок	Толщина совпадает	+	+	+	—
		Кратные по толщине	+	+	+	+
		Толщина не совпадает	+	+	+	+

* Знаком плюс (+) обозначено наличие операции, знаком минус (—) — отсутствие таковой.

При раскрое пиломатериалов, качество которых совпадает с качеством заготовок, будут отсутствовать операции по удалению не допускаемых в заготовках дефектов и пороков. В этом случае раскрой осуществляется без учета качества пиломатериалов по заранее установленной схеме. Такой раскрой называется *групповым*. Этот вид раскроя может быть выполнен на многопильных станках или на однопильных станках с подачей материала пачками.

Если ширина и толщина перерабатываемых обрезных пиломатериалов совпадают с соответствующими размерами заготовок, то операции формирования этих размеров в процессах раскроя досок не требуется. В этом случае потребуется только поперечный раскрой досок на длину заготовок.

Процессы раскроя обрезных досок, сечение которых кратно или не совпадает с сечением заготовок и досок необрезных и с одной обрезной кромкой, будут включать операции продольного деления по ширине, по толщине и поперечного деления по длине.

Раскрой пиломатериалов, качество которых ниже требуемого качества заготовок, должен включать также операции по удалению не допускаемых в заготовках дефектов и пороков. В зависимости от вида, характера распространения и размеров пороков (дефектов) их удаляют поперечными или продольными резами. Раскрой материалов с учетом их размеров и качества по наиболее рациональной схеме называется *индивидуальным* раскроем. Такой раскрой пиломатериалов осуществляется обычно на однопильных станках. Некоторое увеличение трудозатрат при индивидуальном раскрое пиломатериалов по сравнению с групповым компенсируется увеличением полезного выхода заготовок, особенно длинномерных. Последовательность операций раскроя в технологическом процессе оказывает существенное влияние на выход заготовок, на объем работ в отдельных операциях, на потребное количество оборудования и стоимость этих работ. Наиболее рациональным будет тот вариант технологического процесса, который обеспечит минимальные издержки производства.

При раскрое обрезных пиломатериалов первой группы, качество которых совпадает с качеством заготовок, последовательность операций влияет в основном на объем работ и потребное количество оборудования в отдельных операциях процесса. С учетом этого целесообразней применять поперечно-продольную схему раскроя. По этой схеме вначале осуществляется операция поперечного деления досок по длине заготовок, а затем, если требуется, операции продольного деления заготовок по толщине и ширине.

По поперечно-продольной схеме рационально раскраивать и обрезные пиломатериалы второй качественной группы, совпадающие по сечению с заготовками, а также узкие необрезные

и с одной обрезной кромкой. Все остальные пиломатериалы второй группы качества (обрезные кратные по ширине и толщине, обрезные широкие, необрезные и с одной обрезной кромкой широкие) выгоднее раскраивать по продольно-поперечной схеме. По этой схеме вначале доски делятся продольными резами по ширине и, если требуется, по толщине, а затем — поперечными резами по длине. Выход заготовок по этой схеме раскроя будет выше, чем при поперечно-продольной схеме. Получается это за счет сокращения размеров вырезок дефектных мест и пороков. При этом улучшаются условия выработки длинных заготовок, что очень важно. На заготовки раскраивают сухие и сырые пиломатериалы.

Наиболее широко применяется сушка древесины в досках и после этого практикуется раскрой их на заготовки. Исследованиями ЦНИИМОДа и УкрНИИМОДа установлено, что при сушке пиломатериалов в досках конечный выход заготовок повышается на 2—3% по сравнению с сушкой в заготовках. При раскрое сухих досок имеется возможность лучше видеть и учесть пороки и дефекты древесины, включая и те, что возникают в процессе сушки. Средняя стоимость сушки пиломатериалов в виде досок, по данным Н. А. Попова [46], ниже стоимости сушки в заготовках примерно в 1,5 раза, так как в досках приходится сушить и ту часть, которая при раскрое идет в отходы. Поэтому, низкосортные пиломатериалы, особенно необрезные (хвойные IV и лиственные III сортов), следует перед сушкой облагораживать, т. е. вырезать дефектные места и сушить в кратных заготовках.

В целях улучшения условий раскроя пиломатериалов в технологический процесс следует вводить операцию калибрования — предварительной строжки. При калибровании устраняются отклонения в толщине досок, более четко вскрываются пороки и дефекты. Калибрование способствует улучшению последующей обработки и окончательной строжки заготовок, обеспечивает получение деталей более высокой точности и чистоты обработки, более рациональное использование короткомерных отрезков (путем склеивания их по длине на зубчатый шип). По данным ЦНИИМОДа, введение операции калибрования повышает полезный выход заготовок до 3%.

Операция калибрования может осуществляться на специальных строгальных калибровочных станках, с высокой скоростью подачи (до 100 м/мин) или на двусторонних рейсмусовых станках.

Для повышения выхода заготовок в технологический процесс раскроя пиломатериалов вводят иногда операцию предварительной разметки досок. Она применяется главным образом при выработке криволинейных заготовок и заготовок высокого качества из досок твердых лиственных пород. В разных случаях разметка дает повышение выхода заготовок на 3—9%.

Для повышения качества заготовок применяется операция заделки сучков пробками. Пробки изготовляют из древесины той же породы, что и заготовки. Направление волокон вставляемой пробки должно совпадать с направлением их в заготовке. Влажность древесины пробок должна быть ниже влажности древесины заготовок.

Операция заделки сучков обычно не встраивается в линию раскроя, а размещается на отдельных участках раскройного цеха или цеха машинной обработки заготовок и деталей. Для заделки сучков применяют специальные автоматы марки СВСА-2. Автомат марки СВСА-2 высверливает в заготовке отверстие, впрыскивает туда клей, высверливает из рейки пробку и запрессовывает ее в отверстие на заготовке.

С появлением синтетических быстро отвердевающих клеев и созданием специального оборудования широкое распространение получила выработка клееных заготовок. Склеивание — соединение отрезков древесины становится необходимым дополнением процесса раскроя. Клееные заготовки и детали допускаются стандартами и техническими условиями почти во всех конструкциях изделий из древесины. Клееные заготовки характеризуются лучшей формоустойчивостью. Их можно вырабатывать в наиболее совершенной форме, в виде брусков или щитов, что имеет важное значение для автоматизации последующих процессов обработки заготовок и изготовления из них изделий.

Склеивать пиломатериалы и маломерные отрезки можно по длине, ширине и толщине. Склеивание коротких отрезков по длине механизированным путем осуществляется не на ровные поверхности, а на зубчатые шипы. Эта операция является первой и необходимой в организации склеивания заготовок. Количество коротких отрезков для сращивания по длине, в зависимости от длины и качества вырабатываемых заготовок, а также от сортности используемых пиломатериалов, колеблется в размере 10—30% от объема перерабатываемых пиломатериалов.

Склеивание — сращивание короткомерных отрезков по длине (от 250 мм) производится на полуавтоматических линиях, в состав которых вводят шипорезный, клеенамазывающий, сборочный и торцовочный станки. Склеивание пиломатериалов и немерных отрезков по ширине в щиты с последующим раскроем их в заготовки осуществляется различными способами и на разном оборудовании. В качестве исходного материала для склеивания по ширине могут быть использованы обрезные доски с параллельными кромками, целые или склеенные из коротких отрезков на зубчатый шип, и обрезные доски, опиленные по сбегу. С течением времени все шире развивается склеивание брусковых заготовок по толщине из низкокачественных тонких и узких пиломатериалов с одновременной стыковкой короткомерных отрезков по длине. Следует отметить, что технология и организация

механизированного склеивания заготовок еще не установлены и решаются по-разному, а оборудование находится в стадии разработки и освоения. Операции склеивания обычно не включают в состав поточных линий раскроя пиломатериалов, а выделяют в самостоятельный производственный участок. В нем должны быть собраны все отрезки заготовок для склеивания и переработки в полноценные спецификационные заготовки.

§ 2. РАСКРОЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ДЛИНЕ И ОБОРУДОВАНИЕ

Операция раскроя пиломатериалов по длине — торцовка — это поперечное деление пиломатериалов перпендикулярно пластям и кромкам. Эта операция предназначена для удаления дефектных участков и придания заготовкам и деталям заданной длины. Операция поперечного раскроя будет иметь место при раскрое на заготовки всех видов пиломатериалов: обрезных, необрезных и с одной обрезной кромкой.

Место операции поперечного раскроя в технологическом процессе определяется в зависимости от применяемой схемы раскроя. При поперечно-продольной схеме раскроя операция поперечного раскроя будет предшествовать операции продольного раскроя. Этот вариант технологии эффективен при раскрое узких пиломатериалов, особенно в случае совпадения сечения раскраиваемых пиломатериалов с сечением вырабатываемых заготовок. При продольно-поперечной схеме раскроя операция поперечного раскроя осуществляется после продольного раскроя.

В обоих случаях операциям раскроя может предшествовать операция предварительного строгания — калибрования пиломатериалов, которая позволяет придать доскам более точные размеры по толщине и более четко выявить на пластях досок характер и размеры пороков и дефектов, которые иногда плохо видны на нестроганых досках.

Удаление дефектных участков и пороков, не допускаемых в заготовках, чаще всего осуществляется при поперечном раскрое пиломатериалов. В связи с этим эта операция в основном определяет эффективность полезного использования перерабатываемых пиломатериалов. Наилучшие показатели по выходу заготовок могут быть получены при индивидуальном раскрое досок на заготовки. Такой раскрой может производиться только на однопильных торцовочных станках при участии квалифицированного рабочего.

Для поперечного раскроя пиломатериалов на заготовки применяются различные круглопильные торцовочные станки. Имеются станки с подачей пилы на обрабатываемый материал и станки с подачей материала на пилы. Первые имеют более широкое распространение. В этом случае траектория движения пильного диска может быть дугообразной и прямолинейной.

Пильный диск по отношению к материалу располагается сверху или снизу.

К торцовочным станкам с подачей пилы по дуговой траектории относятся балансирные (ЦКБ-40 и ТС) и маятниковые станки. В последнее время в раскройных цехах деревообрабатывающих предприятий балансирные (ЦКБ-40) и маятниковые станки применяются все реже. Они применяются главным образом в лесопильных цехах. Наибольшее распространение в раскройных цехах имеют торцовочные станки с прямолинейным надвиганием пилы на материал. К ним относятся шарнирные (ЦМЭ-3 и ЦМЭ-2М) и суппортные (ЦПА-40). Суппортные станки обеспечивают более точную распиловку по сравнению со всеми другими торцовочными станками. Основные технические данные торцовочных станков приведены в табл. 40.

Таблица 40

Техническая характеристика станков для поперечного раскроя пиломатериалов

Наименование показателей	Модели станков			
	ЦКБ-40	ЦПА-40	ЦМЭ-3 / ЦМЭ-2М	ТС
Наибольшее сечение распиливаемого материала, мм	400×150	400×100	400×120 / 500×120	260×100
Наибольший диаметр пилы, мм	710	400	500	450
Число оборотов пилы в минуту	1440	2950	2900	2900
» двойных ходов в минуту при автоматическом режиме работы	45	40	15 / —	35
Мощность электродвигателей, кВт	8,5	5,7	3,2	3,2
Габаритные размеры, мм:				
длина	1265	2300	1250 / 1355	885
ширина	1115	790	1020	870
высота	1155	1405	1760	980
Масса станка, т	0,5	0,5	0,5 / 0,4	0,4

Перспективными являются скоростной торцовочный станок легкого типа, запроектированный СКБД-1, и агрегат поперечного раскроя пиломатериалов по меткам (АПР). Поперечный раскрой пиломатериалов можно осуществлять на отдельно стоящих в технологическом потоке торцовочных станках или в поточных линиях, куда включаются и станки для поперечного и продольного раскроя. В том и другом случае наиболее трудоемкими считаются операции подачи материала к станку и в станок, уборки заготовок и отходов и передачи заготовок на последующую операцию.

Питание линий раскроя механизируется при помощи различных лифтов и питателей. Они служат для механической разгрузки пиломатериалов из сушильных штабелей или пакетов и для непрерывной поштучной подачи досок на приемные столы станков. Применяются наклонные и вертикальные лифты различной грузоподъемности для сушильных штабелей и для плотных пакетов пиломатериалов.

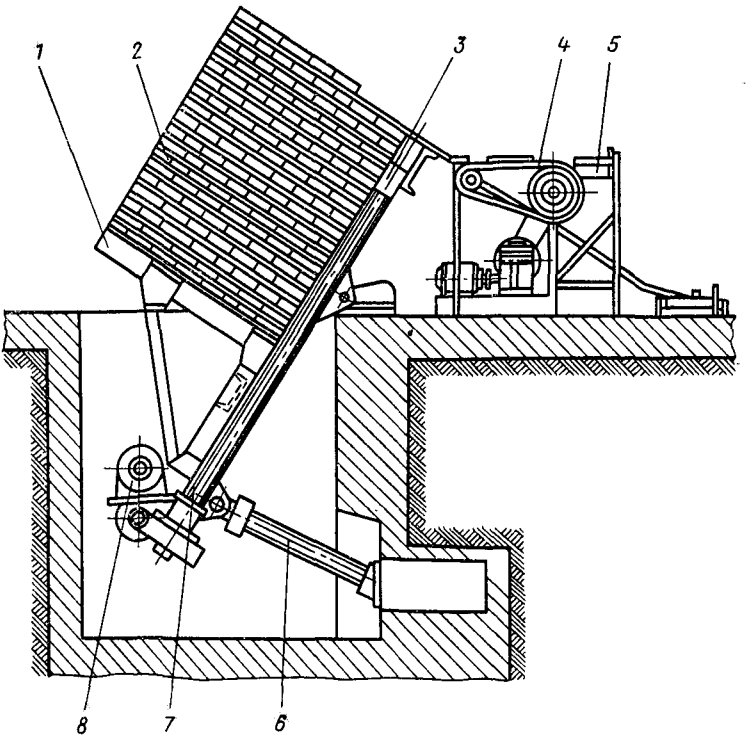


Рис. 167. Схема питателя с наклонным лифтом:
1 — подъемная платформа; *2* — штабель досок; *3* — направляющие подъема; *4* — поперечный цепной транспортер; *5* — роликовый транспортер-питатель; *6* — винт наклона лифта; *7* — винт подъема; *8* — электродвигатель подъема

При использовании наклонного лифта (рис. 167) разборка штабеля происходит за счет придания штабелю определенного угла наклона. Верхний ряд досок сползает на приемный транспортер станка, а затем на стол станка. После того как все доски этого ряда поступили на стол станка и в обработку, подается команда на очередной подъем штабеля. Прокладки проваливаются между цепями приемного транспортера и попадают на ленточный транспортер для доставки их в сушильный цех на повторное использование.

При использовании вертикального лифта (рис. 168) верх штабеля устанавливается на уровне приемного стола станка. Доски из штабеля ряд за рядом, по мере подъема лифта, сдвигаются в сторону стола. Доски со штабеля можно сдвигать с помощью цепных разгрузчиков.

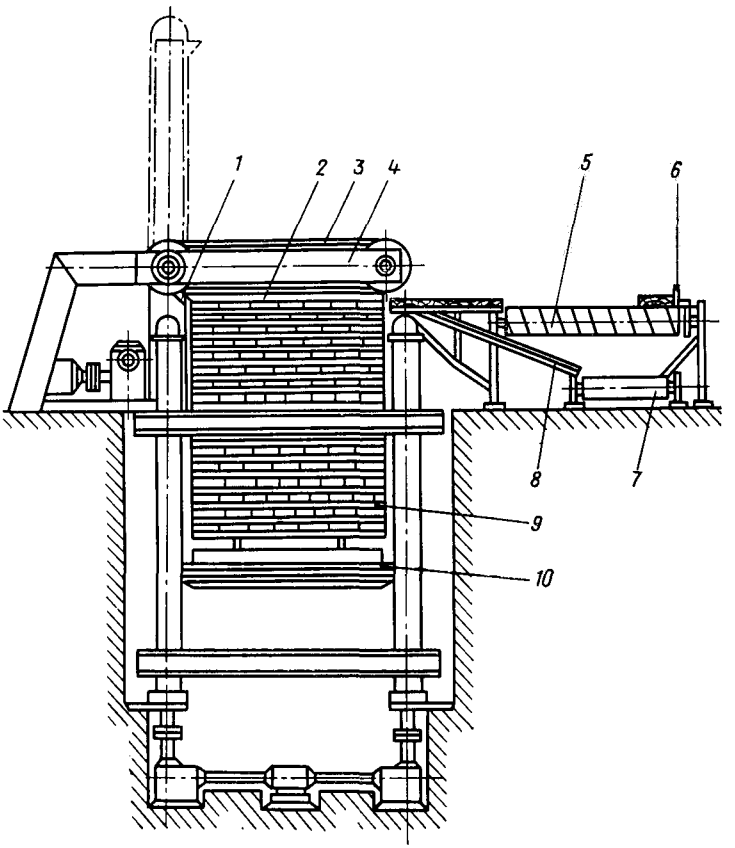


Рис. 168. Схема питателя с вертикальным лифтом:

1 — поводок-упор разгрузочных цепей; *2* — прижимные плоскости; *3* — разгрузочные цепи; *4* — рама цепей; *5* — рольганг-питатель; *6* — упорная линейка; *7* — ленточный транспортер для прокладок; *8* — склиз; *9* — штабель досок; *10* — платформа лифта

Участок поперечного раскроя пиломатериалов оснащается подающими и выдающими роликовыми столами-транспортерами. Длина роликового стола перед станком определяется наибольшей длиной раскраиваемых досок и длина стола за станком — наибольшей длиной получаемых заготовок. Чтобы обеспечить правильное положение доски и заготовки в момент пиления, на заднем столе устанавливается направляющая линейка с мерными упорами, которые позволяют получать заго-

товки заданных длин. Конструкция и крепление упоров должны обеспечивать им свободное передвижение по линейке.

Торцовочный станок в линии обслуживается одним рабочим-станочником. При ведении поперечного раскроя на отдельно стоящем станке требуются еще один-два подсобных рабочих.

На рис. 169 показана схема организации рабочих мест у торцовочного станка ЦПА-40, не встроенного в поточную линию. Штабель досок помещается у станка на наклонном лифте. Места расположения рабочих показаны кружками: черным — место станочника, наполовину зачерненными кружками обозначены места подсобных рабочих.

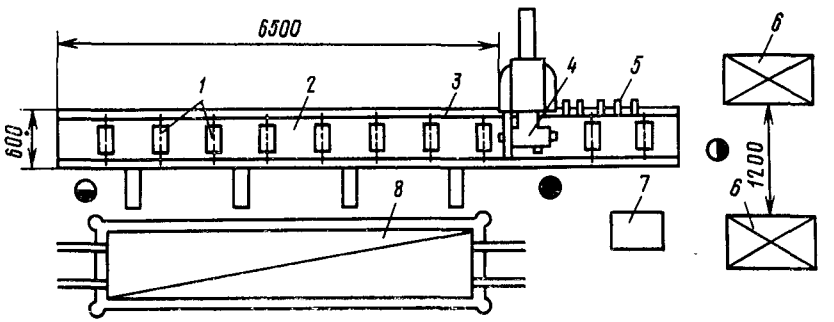


Рис. 169. Схема организации рабочих мест у торцовочного станка ЦПА-40:
1 — ролики; *2* — впередистаночный роликовый стол; *3* — упорная линейка; *4* — станок; *5* — мерные упоры; *6* — штабеля заготовок; *7* — контейнер для отходов; *8* — штабель досок

Производительность торцовочных станков зависит от способа раскроя, качества и размеров пиломатериалов и заготовок, организации рабочего места и степени механизации и автоматизации, типа станка и т. д. Производительность этих станков за смену в штуках досок определяют по формуле

$$A = \frac{Tk}{t_ц} \text{ шт. досок в смену,} \qquad (224)$$

где T — продолжительность смены, мин;
$t_ц$ — цикловое время на раскрой одной доски, мин;
k — коэффициент использования станка, $k = k_1 \cdot k_2$;
где k_1 — коэффициент использования рабочего времени, принимается равным 0,9;
k_2 — коэффициент использования машинного времени; принимается равным: для станков с ручной подачей 0,35—0,40; с механизированной подачей — 0,40—0,45.

Цикловое время на раскрой одной доски определяется по формуле

$$t_ц = \frac{n}{60}(t_р + t_п) \text{ мин,} \qquad (225)$$

где n — число резов на одну доску;
$t_р$ — время одного реза, с;
$t_п$ — время для установки доски по месту реза, с.

Число резов на одну доску определяется по формуле

$$n = \frac{l_д \alpha}{l_з} + 1, \qquad (226)$$

где $l_д$ — длина доски, м;
$l_з$ — средняя длина заготовки, м;
α — коэффициент, учитывающий вырезку дефектных мест;
1 — первый рез для оторцовки доски.

§ 3. РАСКРОЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ШИРИНЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Операция раскроя пиломатериалов по ширине это — продольное деление пиломатериалов перпендикулярно пластям и параллельно их кромкам или продольной оси. Данная операция предназначена для формирования заготовок по ширине с одновременным удалением немерных (по ширине) отрезков, сбеговой и обзольной рейки и дефектных участков, имеющих значительную протяженность по длине пиломатериалов или заготовок.

Операция продольного раскроя по ширине будет иметь место при раскрое всех видов пиломатериалов (обрезных, необрезных и с одной обрезной кромкой), за исключением раскроя обрезных пиломатериалов, ширина которых совпадает с шириной получаемых из них заготовок. В этом случае операции раскроя по ширине не требуется.

В зависимости от принятой схемы раскроя пиломатериалов (продольно-поперечная или поперечно-продольная) операция продольного раскроя по ширине в технологическом процессе раскроя будет первой или второй. В первом случае по ширине будут раскраиваться длинные пиломатериалы, во втором — отрезки досок, длина которых равна или кратна длинам заготовок.

Для продольного раскроя пиломатериалов и отрезков досок применяются круглопильные прирезные станки моделей ЦА-2, ЦДК-4, ЦДК-4-2, ЦДК-5, ЦДК-51, ЦМР-1 и ЦМР-2. Основные технические данные этих станков приведены в табл. 41.

Станок модели ЦА-2 — однопильный с нижним расположением пилы и вальцово-дисковой подачей. Для направления материала по ширине служит направляющая линейка и прижимной ролик, устанавливаемые в зависимости от ширины выпиливаемых заготовок. Этот станок применяется преимущественно на лесопильных предприятиях для раскроя реек и концов досок на мелкую пилопродукцию (тарная дощечка, штакетник, планки ит. п.) и реже в деревообработке, так как точность

Таблица 41

Техническая характеристика станков для продольного раскроя пиломатериалов по ширине

Наименование показателей	Модели станков			
	ЦА-2	ЦДК-4 / ЦДК-4-2	ЦДК-5 / ЦДК-51	ЦМР-1 / ЦМР-2
1	2	3	4	5
Размеры раскраиваемых пиломатериалов, мм:				
толщина	10—80	10—100	10—100	10—60 / 10—100
ширина наибольшая	315	400	400	320 / 315
длина наименьшая	655	600	600	400 / 450
Количество пил	1	1	До 5	До 10
Диаметр пил, мм	450	250—400	250—400	250—320 / 250—360
Число оборотов в минуту	2870	2930	3600	3600
Скорость подачи, м/мин	41; 56; 80	5; 22,5; 30; 45 / 8—40	10—50	6—30 / 6—40
Мощность электродвигателей, кВт	11,4	13,0	16,8	30 / 48
Габаритные размеры, мм:				
длина	1335	1865 / 1930	1935 / 3400	2185 / 2120
ширина	980	1640 / 1460	1500 / 2950	1935 / 2520
высота	1150	1600 / 1475	1335	1355 / 1610
Вес станка, т	1,0	1,8	2,5 / 2,7	2,7 / 3,7

распиловки на нем недостаточная. Более высокую точность распиливания и хорошую прямолинейность реза обеспечивают прирезные станки с гусеничной подачей.

Однопильный станок модели ЦДК-4-2 с гусеничной подачей имеет верхнее расположение пильного суппорта, регулируемого по высоте с помощью маховичка и винта. Подаваемый в распиловку материал укладывается на гусеничный конвейер и прижимается сверху подпружиненными роликами. Справа от

пильного диска имеется направляющая линейка, переставляемая по шкале на нужную ширину отпиливаемой заготовки. В случае раскроя широких досок или отрезков на узкие заготовки раскраиваемый материал подается в станок несколько раз. Для возвращения материала для повторного пропуска станок снабжен транспортером, имеющим направление движения обратное направлению подачи материала при распиловке.

Учитывая, что большое количество заготовок имеет небольшую ширину, а в переработку поступают широкие доски и удаление недопустимых пороков и дефектов рациональней производить в большинстве своем при поперечном раскрое, продольный раскрой досок эффективней осуществлять на многопильных станках. Установка на участке раскроя многопильных станков вместо однопильных сокращает трудозатраты, требует меньших площадей, повышает производительность участка и упрощает конструктивное оформление линий раскроя.

Многопильные станки с гусеничной подачей ЦДК-5 и ЦДК-51 однотипны. Отличие их состоит в том, что последний имеет возвратный транспортер для остатка материала. В станках может устанавливаться до пяти пил. Однако мощность привода станков (16,8 кВт) недостаточна. Максимальное число пил — пять устанавливается при раскрое тонкого материала, до 20 мм. При пропуске материала толщиной от 60 до 100 мм эти станки приходится использовать как однопильные или резко снижать скорость подачи.

Многопильные станки с гусеничной подачей моделей ЦМР-1 и ЦМР-2 позволяют устанавливать на них до 10 пил. Станок модели ЦМР-2 отличается от станка модели ЦМР-1 большей мощностью двигателей, скоростью подачи и может раскраивать материал большей толщины.

Продольный раскрой на многопильных станках обрезных пиломатериалов может быть автоматизирован. В этом случае необходимо обеспечить поштучную непрерывную подачу досок в станок и подачу заготовок на дальнейшую обработку.

При раскрое необрезных пиломатериалов или отрезков требуется участие рабочего для ориентации доски при подаче в станок вдоль продольной оси. Подача в станок необрезных досок параллельно сбегу, без учета величины обзола приводит к значительному уменьшению выхода заготовок и увеличению процента бракованных заготовок (из-за обзола). Кроме того, в заготовках создается искусственный косослой, наличие которого превышает пределы, установленные стандартами на готовую продукцию.

Доски с одной обрезной кромкой могут быть раскроены на заготовки с сохранением сбеговой рейки. Такие заготовки с успехом можно склеить по ширине в щиты. Продольный раскрой заготовок в этом случае целесообразней осуществлять на однопильных прирезных станках с приспособлениями, позволяю-

щими обрезать кромки параллельно сбегу или под заданным углом. Станки для продольной распиловки снабжаются впереди и позадистаночными роликовыми столами, которые облегчают операцию подачи в станок материала, а также уборку его от станка. Для механизации подачи материала в станок применяются лифты и питатели разнообразных конструкций.

Прирезные станки для продольной распиловки, встроенные в поточные механизированные и полуавтоматические линии, обслуживаются одним рабочим. Станок, который работает отдельно, как позиционный, обслуживают двое рабочих. Производительность станков для продольной распиловки можно выразить в погонных метрах раскраиваемого материала и в штуках заготовок. Производительность в погонных метрах раскраиваемого материала определяют по формулам:

для однопильного станка

$$A = \frac{uTk_1k_2}{n}; \tag{227}$$

для многопильного станка

$$A = uTk_1k_2. \tag{228}$$

Производительность в штуках заготовок определяется по формулам:

для однопильного станка

$$A = \frac{uTk_1k_2m}{ln}; \tag{229}$$

для многопильного станка

$$A = \frac{uTk_1k_2m}{l}, \tag{230}$$

где u — скорость подачи, м/мин;

T — продолжительность смены, мин;

n — число продольных резов в раскраиваемом материале;

m — число деловых отрезков, получаемых по ширине материала;

l — средняя длина получаемых заготовок, м;

k_1 — коэффициент использования рабочего времени станка, принимаемый обычно 0,9;

k_2 — коэффициент использования машинного времени станка; для станков с ручной подачей 0,6—0,7, с автоподачей — 0,9.

§ 4. РАСКРОЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ТОЛЩИНЕ

Операция раскроя пиломатериалов по толщине — это продольное деление пиломатериалов параллельно их пластям. Эта операция применяется для получения тонких заготовок, толщиной 7, 10, 13, 16 мм, а иногда и более толстых. В лесопилении

наименьшая толщина вырабатываемых досок составляет практически 19—25 мм. В целях увеличения производительности оборудования в лесопилении выгодно вырабатывать доски кратные по толщине заготовкам. Раскрой толстых досок по толщине на более тонкие заготовки в раскройных цехах осуществляется на специальных ребровых станках, которые позволяют работать со значительно меньшей шириной пропила и получать более чистую поверхность распила по сравнению с бревнопильными станками.

В целом введение операции продольного (ребрового) деления досок в технологический процесс производства заготовок можно оценить положительно, так как оно способствует повышению производительности оборудования в лесопилении, увеличению выхода продукции за счет снижения отходов древесины в опилки и в припуски на дальнейшую механическую обработку.

Ребровые станки имеются круглопильные и ленточнопильные. Круглопильный станок модели ЦР-4А предназначен для ребрового деления обрезных досок и брусьев и для распиловки горбылей на доски. Механизм подачи состоит из двух пар вертикальных подающих вальцов. В качестве режущего инструмента могут применяться плоские и конические круглые пилы. Конические пилы обеспечивают хорошее качество и малую ширину пропила (1,5—2 мм). Конические пилы могут быть односторонние и двусторонние. На этом станке можно выпиливать дощечки толщиной от 6 до 130 мм при высоте пропила плоской пилой до 300 мм и конической — до 180 мм. Скорость подачи 15, 35 и 60 м/мин, общая установленная мощность 32,6 кВт, масса станка 2 т.

Ленточнопильный вертикальный ребровый станок модели ЛД-125 имеет укрепленные в тяжелой станине два пильных шкива диаметром 1250 мм и роликовый подающий механизм. В качестве режущего инструмента применяется пильная лента замкнутого контура, надетая на шкивы. Пила дает ширину пропила 2—2,5 мм. Точность и качество распиловки на этих станках несколько ниже, чем на круглопильных станках. Скорость подачи материала до 40 м/мин, высота пропила до 400 мм, мощность электродвигателей 22,7 кВт.

Место операции ребрового деления в технологическом процессе раскройного потока определяется возможным объемом трудозатрат на других раскройных операциях. Исходя из этого, наиболее выгодным можно назвать вариант размещения операции ребрового деления после поперечного раскроя и до продольного раскроя досок и отрезков на заготовки.

Производительность ребровых круглопильных и ленточнопильных станков определяют в погонных метрах раскраиваемого материала

$$A = uTk_1k_2 \qquad (231)$$

или в штуках заготовок за смену

$$A = \frac{uTk_1k_2}{l}, \qquad (232)$$

где u — скорость подачи станка, м/мин;

T — продолжительность смены, мин;

k_1 — коэффициент использования рабочего времени станка, равный 0,9—0,93;

k_2 — коэффициент использования машинного времени станка, равный 0,7—0,8;

l — длина заготовки, м.

Ребровые станки должны быть оборудованы впереди- и позадистаночными роликовыми столами для облегчения подачи материала в станок и уборки заготовок от него. При раскрое короткого материала станок обслуживает один рабочий, при раскрое длинных досок и щитов — двое рабочих.

§ 5. РАСЧЕТ ОБЪЕМА РАБОТ И ПОТРЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПРОЦЕССУ

Потребное количество оборудования на отдельных операциях процесса раскроя будет определяться объемом работ на этих операциях. Объем работ в каждой отдельной операции и по всему процессу в свою очередь зависит от вида и объема производства предприятия или цеха, от вида раскраиваемых пиломатериалов и от последовательности операций раскроя в технологическом процессе. Основные потребители пиломатериалов — столярно-строительные, мебельные, тарные и машиностроительные предприятия. Объем работ в раскройном цехе можно определить, зная мощность предприятия и расход пиломатериалов на единицу изделия.

В табл. 42 приведены данные расхода пиломатериалов на единицу изделия в мебельных и столярно-строительных производствах. В табл. 43 показаны примерные данные объема перерабатываемых пиломатериалов деревообрабатывающими предприятиями различной мощности. Как видно из табл. 42 и 43, расход пиломатериалов на единицу изделия и суточная потребность в них на мебельных предприятиях невелика. Это объясняется тем, что современная мебель изготовляется в основном из щитовых элементов, основу которых составляют древесные плиты. Потребность в пиломатериалах на предприятиях, производящих строительные столярные изделия, значительно выше. Следовательно, объем производства и объем работ в раскройных цехах этих предприятий будут больше, чем на мебельных фабриках.

Влияние последовательности операций на объем работ в отдельных операциях и во всем технологическом процессе раскроя рассмотрим на следующем упрощенном примере. Длинные

Таблица 42

Расход пиломатериалов на единицу изделия в мебельных и столярно-строительных производствах (по данным Ф. Л. Фишкиной)

Наименование изделий	Расход пиломатериалов на единицу изделия, м³		Всего, м³
	хвойных	лиственных	
Шкаф для платья и белья трехдверный	0,030	0,015	0,045
Шкаф для платья и белья двухдверный	0,020	0,015	0,035
Шкаф книжный	0,025	0,015	0,040
Секретер	0,030	0,015	0,045
Сервант	0,030	0,01	0,04
Стол обеденный	0,060		0,06
» письменный	0,06	0,01	0,07
Тумбочка для постельных принадлежностей	0,01		0,01
Кровать	0,01	0,01	0,02
Диван-кровать	0,08		0,08
Софа	0,07		0,07
Кресло-кровать	0,03		0,03
Кресло для отдыха	0,02		0,02
Оконный блок	0,10		0,10
Дверной »	0,06		0,06

Таблица 43

Средний расход пиломатериалов в зависимости от мощности предприятия (по данным Ф. Л. Фишкиной)

Мощность предприятия	Единица измерения	Наименование выпускаемых изделий	Расход пиломатериалов, м³	
			годовой	суточный
1,0—1,5	Млн. руб.	Корпусная и мягкая мебель	991	3,2
1,51—2,0	То же	То же	1 304	4,2
2,01—2,5	»	»	1 297	4,2
2,51—3,0	»	»	1 560	5,0
3,01—4,0	»	»	1 850	6,0
4,01—5,0	»	»	3 364	10,9
5,01—7,0	»	»	3 509	11,4
5,0	»	Корпусная мебель	1 078	3,5
10,0	»	» »	2 156	7,0
500 (150+350)	Тыс. м³	Оконные и дверные блоки	18 954	61,0
300	»	» блоки	13 300	43,4
300	»	Дверные »	10 546	33,4
10	Тыс. м³	Погонажные детали	10 156	33,0

обрезные доски трехкратной ширины и двухкратной толщины требуется раскроить на длину, ширину и толщину заготовок. Количество возможных сочетаний последовательности выполнения операций будет равно шести. Объем работ при пропуске в отдельных операциях и во всем процессе 100 досок для шести вариантов технологического процесса приведен в табл. 44.

При расчете количества пропускаемых досок в первой операции каждого варианта принимали поступившее на обработку количество досок (в нашем примере 100 шт.), во второй операции количество досок, получающееся после пропуска их в первой операции, а в третьей — количество досок, получающееся после второй операции. В операциях, выполняемых после деления досок на длину заготовок, по всем вариантам принималось такое же количество досок, что и в операции поперечного раскроя. Объясняется это тем, что после поперечного раскроя на длину заготовок общая длина досок остается той же. Данные табл. 44 показывают, что объем ра-

Таблица 44

Объем работ по всему процессу в целом и по отдельным операциям при разной последовательности их выполнения

Варианты процесса №	Последовательность выполнения операций в процессе с кратностью деления в них материала			Объем работ в отдельных операциях и по всему процессу, шт. досок, с учетом последовательности выполнения операций раскроя			
	1	2	3	по длине	по ширине	по толщине	Итого досок
1	Деление досок по длине	Деление досок по ширине на 3 части	Деление досок по толщине на 2 части	100	100	300	500
2	Деление досок по ширине на 3 части	Деление досок по толщине на 2 части	Деление досок по длине	600	100	300	1000
3	Деление досок по толщине на 2 части	Деление досок по длине	Деление досок по ширине на 3 части	200	200	100	500
4	Деление досок по толщине на 2 части	Деление досок по ширине на 2 части	Деление досок по длине	600	200	100	900
5	Деление досок по ширине на 3 части	Деление досок по длине	Деление досок по толщине на 2 части	300	100	300	700
6	Деление досок по длине	Деление досок по толщине на 2 части	Деление досок по ширине на 3 части	100	200	100	400

бот в каждой операции и по всему процессу в целом в сильной степени зависит от вариантов технологического процесса. Выбор наиболее оптимального варианта каждый раз необходимо обосновывать соответствующими расчетами. Оптимальным расчетом признан шестой вариант (см. табл. 44), в котором общее количество досок, пропускаемых во всех операциях, равно 400 шт., что значительно меньше, чем по второму варианту, где оно составляет 1000 шт.

В зависимости от вида раскраиваемых пиломатериалов (обрезные, необрезные и с одной обрезной кромкой), объема производства и принятой схемы раскроя производственный процесс в раскройном цехе может быть организован по принципу прерывного или непрерывного потока. Прерывный поток создается при сравнительно малых объемах производства и необходимости выработки разнообразных заготовок, а также при переработке разного вида пиломатериалов: обрезных, необрезных и с одной обрезной кромкой. Прерывный поток в таких условиях можно назвать универсальным. Производственный процесс разбивается на несколько производственных участков. На каждом отдельном участке устанавливается соответствующее технологическое оборудование, например: участок поперечного раскроя с торцовочными станками, участок продольного раскроя с прирезными станками и т. д.

Передачу материала с одного участка (операции) на другой осуществляют какими-то транспортными переменными партиями с помощью тележек, вагонеток, напольных роликовых и цепных поперечных транспортеров.

Потребное количество оборудования на каждом участке прерывного потока можно определить по формуле

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{\text{оп}}}{T_{\text{р}}}, \qquad (233)$$

где a — потребное количество станков на участке;

$\sum_{i=1}^{n} T_{\text{оп}}$ — суммарные операционные затраты времени на обработку всех переменных партий материала, пропускаемых на участке, мин;

$T_{\text{р}}$ — время работы станка в планируемый период, мин;

n — число переменных партий обрабатываемого материала.

В свою очередь, операционные затраты времени на обработку каждой отдельной партии материала можно определить по формуле

$$T_{\text{оп}} = \frac{Q}{A}. \qquad (234)$$

где $T_{оп}$ — операционные затраты времени на обработку партий материала на одном станке, мин;

Q — объем партии материала, м³, или пог. м, или шт.;

A — производительность станка, м³, пог. м или шт.

Этот метод расчета может быть применен также при определении потребного оборудования на участках склеивания и заделки сучков.

В раскройных цехах со сравнительно большими объемами производства процесс строится по принципу непрерывного потока. При этом может быть организовано несколько поточных линий, каждая из которых специализируется по однородности перерабатываемых пиломатериалов и вырабатываемых заготовок, а следовательно, по однородности операций и по объемам выполняемых работ.

При расчете потребного оборудования для выполнения какой-либо операции в процессе, организованном по принципу непрерывного потока, необходимо знать ритм работы линии и затраты времени на обработку одного предмета (доски) в данной операции при выполнении ее одним станком:

$$a = \frac{t_{оп}}{r_л},$$

где a — количество потребного оборудования на участке потока;

$t_{оп}$ — операционные затраты времени на обработку одного предмета на одном станке, мин или с;

$r_л$ — ритм работы поточной линии, мин или с.

Операционные затраты времени на обработку одного предмета (доски) — $t_{оп}$ на станке определяются, в свою очередь, по формуле

$$t_{оп} = \frac{Q}{A},$$

где Q — объем работы для обработки одной доски, в резах для торцовочного станка, в пог. м для строгального, прирезного и реброво́го станков;

A — производительность станка, в резах в минуту или резах в секунду для торцовочного станка, пог. м/мин, или пог. м/с — для станков проходного типа.

Ритм работы поточной линии $r_л$ определяют по формуле

$$r_л = \frac{Tk}{Q_л},$$

где $r_л$ — ритм работы поточной линии, мин или с;

T — продолжительность смены, мин или с;

k — коэффициент использования сменного времени;

$Q_л$ — пропускная способность, или производственная мощность линии, в штуках предметов (досок) в смену.

Пропускная способность, или производственная мощность, поточной линии определяется пропускной способностью (производительностью) ведущего оборудования. В качестве ведущего из всех устанавливаемых в поточной линии обычно выбирается наиболее производительный станок. По ведущему станку подбирают мощность остального оборудования линии и определяют потребное количество станков на каждом участке потока. Если при определении потребного количества оборудования в результате получается дробная величина, ее округляют до целого большего или меньшего числа. Округление дробного числа до целой величины в меньшую сторону возможно только в том случае, если перегрузка станков на участке будет составлять не более 25%. В противном случае производственная мощность этого участка потока будет меньше производственной мощности поточной линии. При округлении дробного числа до целой величины в большую сторону данный участок будет иметь избыточную производственную мощность по сравнению с мощностью всей поточной линии и поведет к образованию на участке кратковременных организационных простоев оборудования.

§ 6. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ

Известные решения по компоновке поточных линий раскроя пиломатериалов на заготовки можно разделить по ряду признаков на следующие группы:

1. По виду перерабатываемого сырья:

а) специализированные линии:

для раскроя обрезных досок;

для раскроя необрезных досок;

б) универсальные линии: для раскроя обрезных и необрезных досок.

2. По составу операций:

а) линии, которые включают только раскрой;

б) линии, которые объединяют раскрой с другими видами обработки (строжка, калибровка, заделка сучков и др.).

3. По схеме раскроя или по последовательности операций:

а) линии на базе поперечно-продольной схемы раскроя;

б) линия на базе продольно-поперечной схемы;

в) линии на базе комбинированной схемы (поперечно-продольно-поперечная).

4. По степени механизации и автоматизации линий:

а) автоматические;

б) полуавтоматические;

в) механизированные;

г) немеханизированные.

На всех поточных линиях независимо от степени автоматизации и механизации процессов производства и способа их вы-

полнения возможно осуществление жесткой и гибкой связи между участками. Более работоспособными являются линии с гибкой связью. Для осуществления гибкой связи необходимо смежные участки потока размещать по ходу технологического процесса в шахматном порядке и перед каждым станком создавать буферные площадки для размещения страховых запасов. При пространственном размещении оборудования поточных ли-

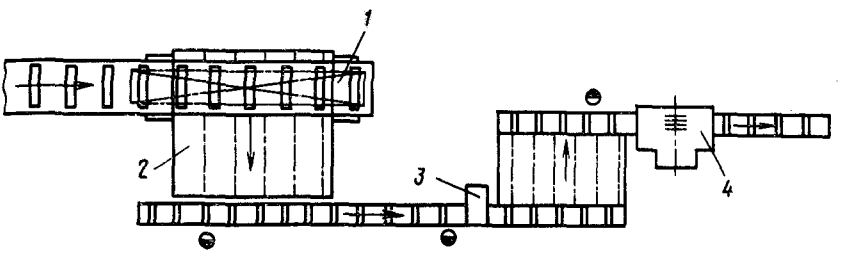


Рис. 170. Схема линии раскроя пиломатериалов на заготовки по поперечно-продольному способу:

1 — пакет пиломатериалов; *2* — поперечный цепной транспортер; *3* — торцовочный станок; *4* — прирезной многопильный станок

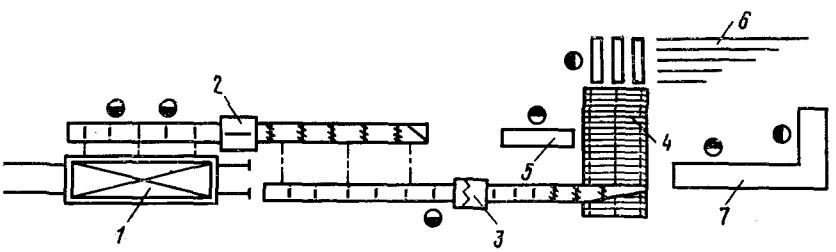


Рис. 171. Схема линии раскроя пиломатериалов на заготовки по продольно-поперечному способу:

1 — пакет пиломатериалов; *2* — прирезной станок; *3* — торцовочный станок; *4* — поперечный пластинчатый транспортер; *5* — станок для заделки сучков; *6* — сортировочное устройство; *7* — стол для упаковки продукции

ний очень важно выбрать правильное решение транспортирования обрабатываемого материала и заготовок. В качестве транспортных средств могут быть использованы разнообразные простейшие лотки и желобы, наклонные плоскости, а также ленточные, роликовые, цепные и другие транспортеры. Страховые запасы можно размещать на транспортерах, в накопителях, магазинах, питателях и других подобных устройствах. В качестве примера ниже приводится несколько вариантов структурно-технологических схем поточных линий раскроя пиломатериалов на заготовки.

На рис. 170 приведена линия раскроя по поперечно-продольной схеме. В состав линии входят торцовочный *3* и многопиль-

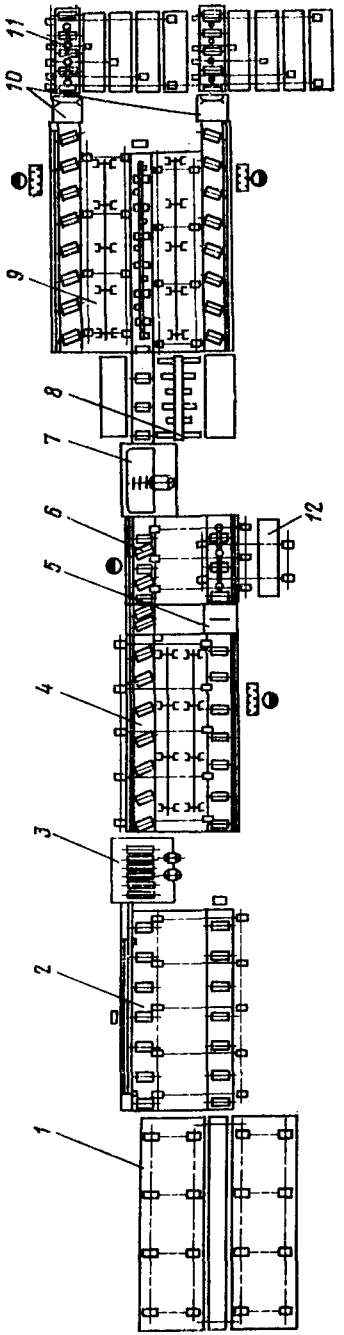


Рис. 172. Схема полуавтоматической линии раскроя пиломатериалов на заготовки для строительных деталей (ВНИИДМаш): *1* — автоматический питатель; *2* — рольганг с перекладчиком; *3* — калибровочный станок; *4* — рольганг с перекладчиком и кантователем; *5*, *10* — торцовочные станки; *6* — питательный стол; *7* — многопильный прирезной станок; *8* — устройство для удаления немерных отрезков; *9* — распределительное устройство; *11* — сортировочное устройство; *12* — кассета

ный прирезной станок *4*. Материалы на линию подаются с помощью рольганга. При этом пакет *1* досок устанавливают на наклонный лифт, с которого доски рядами сползают на поперечный цепной транспортер *2*. С транспортера доски попадают на роликовый стол перед торцовочным станком *3*. После торцовочного станка отрезки досок передаются поперечным цепным транспортером к прирезному станку *4*.

На рис. 171 представлена схема линии раскроя по продольно-поперечному способу. В состав линии кроме прирезного *2* и торцовочного *3* станков входят станок *5* для заделки сучков, сортировочное устройство *6* и стол *7* для упаковки заготовок.

Линии, показанные на рис. 170 и 171, универсальны, на них можно раскраивать обрезные и необрезные пиломатериалы.

Полуавтоматическая линия, разработанная ВНИИДМашем, предназначена для раскроя обрезных и необрезных пиломатериалов на столярно-строительные заготовки (рис. 172). Первая технологическая операция в линии это двусторонняя строжка-калибровка на станке *3*. После калибровки обрезные пиломатериалы подаются на многопильный прирезной станок *7* для продольного раскроя. Необрезные пиломатериалы после калибровки подаются кантователем к торцовочному станку *5* для раскроя на заготовки кратных длин с одновременной вырез-

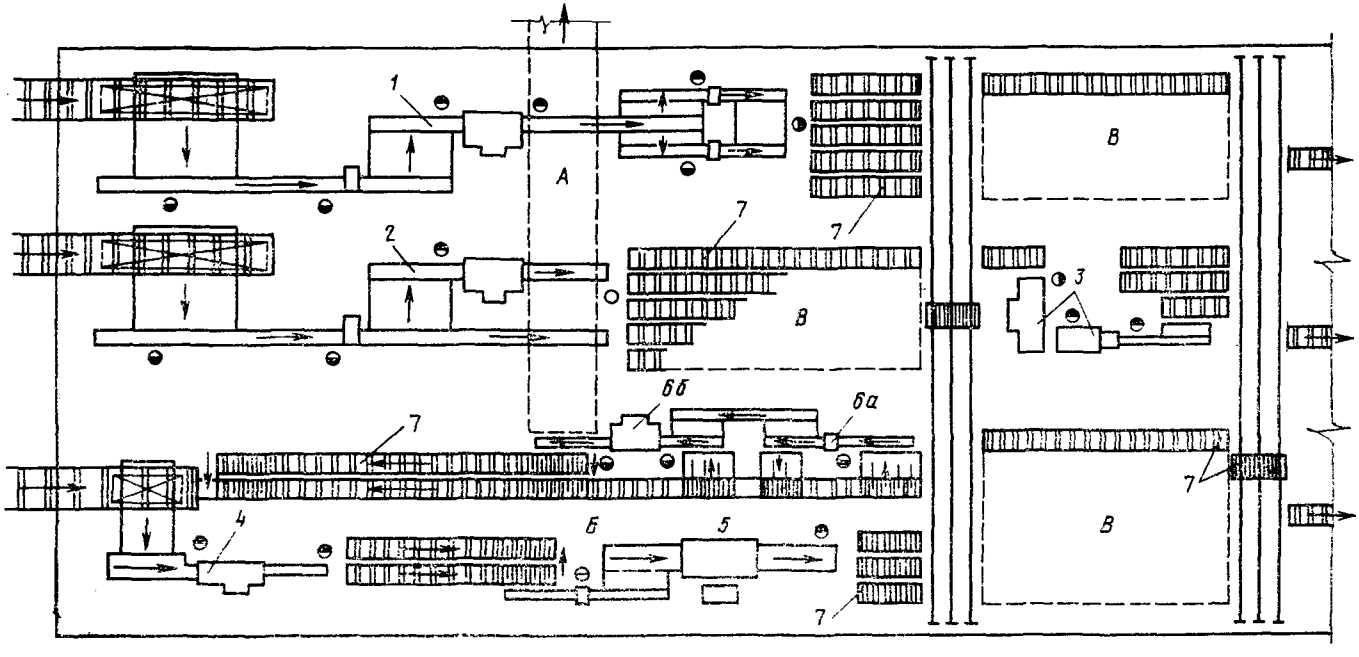


Рис. 173. Схема раскройно-клеильного отделения в составе цеха оконных блоков (по Н. А. Попову):

А — участок раскроя; *Б* — участок склеивания; *В* — участки межоперационного запаса; *1* — линия раскроя пиломатериалов на заготовки для створок; *2* — линия раскроя пиломатериалов на заготовки для коробок и мелких деталей; *3* — линия сращивания отрезков по длине; *4* — линия строжки перед склеиванием; *5* — клеильный пресс; *6а* — торцовочный станок; *6б* — прирезной станок; *7* — напольные рольганги и роликовые траверсные тележки

кой крупных дефектов. Затем прирезанные по длине кратные заготовки передаются на многопильный прирезной станок *7* для продольного раскроя. После продольного раскроя производится индивидуальный поперечный раскрой на торцовочных станках *10*. Сортировка заготовок по длине автоматическая *11*. Производительность линии составляет 20—30 м³ пиломатериалов за смену. Обслуживают линию 4—5 человек, в зависимости от вида раскраиваемых пиломатериалов.

На рис. 173 показана примерная схема планировки оборудования в раскройно-клеильном отделении цеха оконных блоков. В отделении имеются две линии *1* и *2* для раскроя пиломатериалов на заготовки по поперечно-продольному способу, линия *3* склеивания короткомерных отрезков по длине на зубчатый шип, линия склеивания заготовок по толщине *4*, *5*, линия подготовки отрезков для склеивания *6а* и *6б* и площади для размещения буферного запаса заготовок *7*. Все перечисленные линии размещены на самостоятельных участках *А*, *Б* и *В*. Передача материала между линиями осуществляется напольными рольгангами и роликовыми траверсными тележками. При такой компоновке оборудования имеется возможность наиболее полного использования пиломатериалов в производстве как цельных, так и клееных заготовок.

§ 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССАХ РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Раскрой пиломатериалов осуществляется в основном на круглопильных станках. Эти станки признаны объектами повышенной опасности. Основные правила техники безопасности при работе на раскройных станках сводятся к следующим положениям. Каждый станок должен быть оборудован безотказно действующими ограждениями. Обязательно ограждаются режущие инструменты, все движущиеся части, механизмы подачи, ременные, зубчатые и цепные передачи и т. п. Во избежание обратного выброса заготовок, срезков или отходов станки должны иметь противовыбрасывающие устройства, расклинивающие ножи, колпаки, щитки, эксгаустерные приемники. Перед началом работы на станке необходимо подготовить рабочее место, определить расположение материала, заготовок и деталей, направление их движения и место или порядок уборки отходов. Перед пуском станка необходимо проверить его состояние, наличие ограждений и убедиться в отсутствии посторонних предметов около режущего инструмента или движущихся частей станка.

Если при пуске или работе станка появляется ненормальный стук, шум или случается поломка, следует немедленно остановить станок и сообщить об этом мастеру. Станочник и наладчик обязаны строго соблюдать все правила техники безопасности при уходе за станками и работе на них.

В целях создания хороших условий работы на станках, сни-

жения утомляемости рабочих и повышения безопасности работы необходимо обеспечивать на рабочих местах освещение согласно соответствующим нормам. В помещении необходимо создавать непрерывный воздухообмен с помощью вентиляционных установок.

В случае, когда в раскройном цехе предусмотрены операции склеивания древесины, их необходимо изолировать от других производственных участков цеха.

При работе с клеями, особенно синтетическими, необходимо соблюдать специальные правила безопасной работы, обусловливаемые специфическими особенностями применяемых клеев. Синтетические клеи в своей основе содержат мочевино-формальдегидные (карбамидные) и фенолформальдегидные смолы. Последние содержат более 20% свободного фенола, вредного для здоровья человека. Вдыхание воздуха с парами фенола вызывает раздражение дыхательных путей, расстройство пищеварения, заболевания кожи, головные боли и общую слабость. Допустимая концентрация паров фенола в производственных помещениях не должна превышать 0,03 мг/л воздуха. Во избежание перенасыщения воздуха фенолом клей следует приготовлять в специальных помещениях, оборудованных общей приточно-вытяжной вентиляцией и местными отсосами. К работам, связанным с приготовлением клея, допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии. Инструктажу подлежат уборщицы и подсобный персонал, занятый в клееприготовительном помещении. Все рабочие не менее 1 раза в месяц должны подвергаться медицинскому осмотру.

Синтетические клеи опасны и в пожарном отношении, так как растворителями и катализаторами для них служат легковоспламеняющиеся и горючие вещества. При работе с ними необходимо соблюдать противопожарные правила.

Глава 13. ПРОИЗВОДСТВО ФРЕЗЕРОВАННЫХ (СТРОГАНЫХ) ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

§ 1. ВИДЫ СТРОГАНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Пиломатериалы, обработанные на продольно-фрезерных (строгальных) станках, называют строганными. По степени обработки в зависимости от числа строганых сторон материалы подразделяют:

на строганые с четырех сторон, у которых обе пласти будут лицевые, а обе кромки обеспечивают плотное смыкание по всей длине;

на строганые с трех сторон, у которых обработана только одна пласть, лицевая, а обе кромки обеспечивают плотное смыкание по всей длине;

на строганые с двух сторон, у которых прострогаиы обе пласти или обе кромки;

на строганые с одной стороны, у которых прострогана только одна пласть.

По назначению строганые пиломатериалы разделяются на материалы внутрисоюзного потребления и экспортные. Основными потребителями строганых материалов являются строительная промышленность, вагоностроение и вагоноремонт, автостроение, сельскохозяйственное машиностроение, тарная и другие отрасли промышленности. Строганые материалы могут быть разнообразных размеров, профилей и сортов. По профилю поперечного сечения строганые материалы подразделяются на материалы с плоским профилем (рис. 174, *а*) и с фигурным (рис. 174, *б*, *в*, *г*, *д*). Строганые материалы с фигурным профилем, в свою очередь, подразделяются на шпунтованные (рис. 174, *б*), фальцованные (рис. 174, *в*), с заваленной кромкой (рис. 174, *г*) и с калевкой (рис. 174, *д*). Поперечное сечение шпунта и гребня может быть прямоугольным, трапецеидальным, сегментным, треугольным, в виде «ласточкиного хвоста», двойного паза для соединения вставной рейкой.

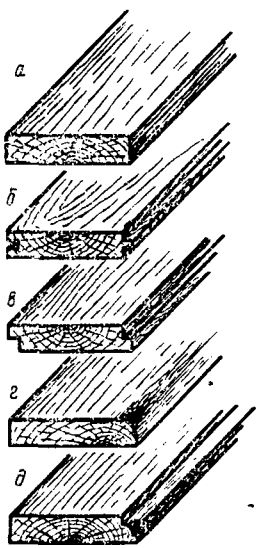


Рис. 174. Основные профили строганых пиломатериалов:
а — плоский профиль; *б*, *в*, *г*, *д* — фигурный

Качество строганых материалов определяется техническими условиями, в которых указано качество строгания, допускаемые отклонения в размерах сортиментов, качество торцовки, величина допускаемых провесов и т. п. Строганые пиломатериалы внутрисоюзного потребления обычно подразделяют на три сорта, которые по качеству древесины отвечают требованиям, установленным для тех же сортов нестроганых пиломатериалов.

Экспортные строганые пиломатериалы по качеству подразделяют на бессортные и четвертый сорт. К экспортным материалам предъявляют более высокие требования в отношении качества обработки, особенно лицевой пласти. Исходным сырьем для производства строганых пиломатериалов внутрисоюзного потребления служат пиломатериалы соответствующих размеров, которые отвечают требованиям преимущественно трех высших сортов, указанных в ГОСТе.

Для производства строганых экспортных пиломатериалов сырьем служат пиломатериалы, указанные в ГОСТе на экс-

портную пилопродукцию. Требования к качеству древесины бессортных строганых досок ниже, чем для нестроганых. Это дает возможность использовать для выработки бессортных строганых материалов значительное количество пиломатериалов четвертого сорта.

При строгании фигурного профиля могут быть использованы пиломатериалы с тупым обзолом. Это дает экономию в использовании древесины и облегчает работу строгальных станков. Размерами строганых пиломатериалов считают те стандартные размеры, которые эти пиломатериалы имели до строгания; это — размеры номинальные в отличие от фактических размеров строганых досок. По номинальным размерам ведут учет кубатуры строганых пиломатериалов. Следовательно, при строгании не бывает потерь учетной кубатуры древесины. Однако часть древесины превращается в стружку, от чего уменьшается фактический объем строганой продукции.

Разница между номинальными и фактическими размерами строганых материалов зависит от толщины снимаемого слоя при строгании, которую называют припуском на строгание. Величина этих припусков установлена ГОСТ 7307—66 «Детали деревянные. Припуски на механическую обработку». Припуски колеблются от 1,5 до 10 мм, в зависимости от породы, размеров сортиментов по толщине и ширине и от требуемого качества строжки. Меньшая норма припуска относится к строганию узких и тонких сортиментов с допуском частичной непростружки, а большая — к чистому строганию широких и толстых сортиментов.

Пиломатериалы, поступающие в строжку, имеют, согласно ГОСТ 8486—66, допускаемые отклонения по толщине и ширине в следующих пределах, мм:

толщина и ширина досок	от 13 до 32;	от 40 до 100;	свыше 100
допускаемые отклонения	±1;	±2;	±3

В связи с этим суммарная толщина снимаемого слоя при строгании будет величиной переменной. Во избежание непростроганных мест при отрицательных отклонениях в размерах исходного сырья строгальные станки следует настраивать таким образом, чтобы с противоположных сторон строгаемых досок и брусков снимался разной толщины слой древесины. При этом с нижней пласти и правой кромки, принимаемых за базовые поверхности, снимают слой постоянной толщины, обеспечивающий чистое строгание. Среднюю толщину слоя древесины, снимаемого с верхней пласти и левой кромки, берут больше, чем с нижней пласти и правой кромки. Это поможет избежать непростружки при отрицательных отклонениях в размерах строгаемых пиломатериалов. С учетом этого для рационального использования древесины большое значение имеет соответствие поперечных размеров строганых пиломатериалов с размерами

исходного сырья. В случае, когда толщина и ширина исходных пиломатериалов больше номинальных, толщина состругиваемого слоя завышена. Это приводит к тому, что часть ценной древесины идет в отходы (стружку). Кроме того, ухудшаются условия работы строгального станка, увеличиваются усилия резания и расходуемая мощность, снижаются скорости подачи и производительность станка. В случае же, когда толщина и ширина исходных пиломатериалов меньше номинальных, толщина состругиваемого слоя занижена, качество строгания получается низким, на поверхности пиломатериалов остаются риски от зубьев пил. При этом сортность строганой продукции снижается или продукция переходит в технический брак, требующий исправления, т. е. перестругивания на меньшие размеры.

§ 2. ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛА К СТРОГАНИЮ

Процесс подготовки материала к строганию включает в себя операции сушки, ребровой распиловки, заделки дефектов, а иногда и предварительной торцовки. Пиломатериалы, подлежащие строганию, должны быть предварительно высушены до установленной влажности. Строгание сырых пиломатериалов нецелесообразно, так как сырые доски после строгания деформируются, теряют точные размеры, а строганые поверхности становятся ворсистыми. Операцию ребровой распиловки досок перед строганием осуществляют в том случае, когда исходным сырьем для тонких строганых материалов служат толстые пиломатериалы кратных размеров по толщине. С применением ребровой распиловки уменьшаются отходы древесины в опилки, стружку и потери на усушку, облегчаются постава в лесопильных рамах, упрощается работа лесопильного цеха. Операция реброваго деления осуществляется на ленточнопильных или круглопильных ребровых станках.

Дефекты, в основном сучки, не допускаемые в строганых материалах, заделывают в целях лучшего использования пиломатериалов и повышения качества строганых материалов. Заделку сучков можно осуществлять до строгания и после него. Однако при строгании досок с заделанными сучками пробки часто скалываются и выбиваются. Для заделки сучков применяют специальные автоматы марки СВСА-2. Предварительную торцовку для забеливания торцов досок делают в случае ребровой распиловки, так как песок и грязь, имеющиеся в торцах досок, вызывают быстрое затупление делительных пил, особенно тонких конических. Торцовку осуществляют на круглопильных торцовочных станках для поперечной распиловки моделей ЦКБ-40, ЦПА-40, ЦМЭ-3.

§ 3. СТРОГАНИЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Строгание пиломатериалов — основная операция в производстве строганой пилопродукции. Она осуществляется на специальных четырехсторонних продольно-фрезерных (строгальных) станках. Эти станки позволяют производить плоскую и профильную обработку всех четырех поверхностей доски или заготовки за один проход, имеют значительные скорости подачи и высокую производительность.

В табл. 45 приведены технические данные основных типов четырехсторонних строгальных станков, применяемых в строгальных цехах лесопильных заводов. Современные европейские строгальные станки имеют скорости подач до 150 м/мин.

Выбор типа станка определяется размерами обрабатываемого материала, требуемым профилем и качеством обработки.

Таблица 45

Основные технические данные четырехсторонних строгальных станков

Марка станка	Размеры обрабатываемого материала, мм		Скорость вращения шпинделей, об/мин	Скорость подачи, м/мин	Мощность, кВт	Масса, кг
	Ширина	Толщина				
С26-2	50—250	12—120	5000	7,5—42	28,0	3295
С16-4А	30—160	10—80	6000	7—42	27,0	3970
С10-2	15—100	6—50	6000	3—30	20,1	3800

Станки марок С16-4А и С10-2 предназначены в основном для обработки брусковых и щитовых заготовок небольшого сечения и применяются в производстве строительных деталей и мебели. Для массового строгания пиломатериалов применяют станок марки С26-2.

Принципиальные схемы перечисленных станков одинаковы. На рис. 175 приведена схема четырехстороннего строгального станка марки С26-2. На станке установлены пять ножевых валов и гладильные ножи. Ножевые валы установлены по ходу подачи в следующем порядке: нижний, два боковых, верхний и нижний калевочный. За первым нижним ножевым валом установлены гладильные ножи. Толщина слоя, снимаемого гладильными ножами, находится в пределах от 0,05 до 0,5 мм. Этого вполне достаточно для снятия волн, остающихся на поверхности пласти после строгания вращающимися строгальными ножами. Для измельчения длинной стружки, получающейся после строгания гладильными ножами, применяют специальные стружколомателн. Подача пиломатериалов обычно осуществляется вальцами, установленными попарно в двух местах: перед нижним

и перед верхним ножевыми валами (сзади гладильных ножей).

Количество подающих вальцов в различных станках может быть от четырех до восьми. Вальцы — гладкие и рифленые. Для лучшего прижатия доски к боковой направляющей линейке применяют косое рифление вальцов. Встречаются и другие системы подающего механизма строгальных станков. В строгальных станках марок С10-2 и С16-4А применяют вальцово-гусеничную систему подачи. Последняя отличается от вальцовой тем, что первая пара нижних подающих вальцов заменена в них гусеничной цепью.

Для прижима доски к столу и обеспечения точной толщины снимаемого слоя древесины при строгании применяют прижим-

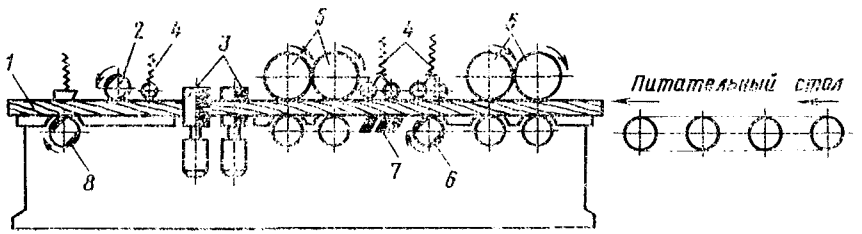


Рис. 175. Схема четырехстороннего строгального станка:
1 — строгаемая доска; *2* — верхний ножевой вал; *3* — боковые ножевые валы; *4* — прижимные ролики; *5* — подающие вальцы; *6* — нижний ножевой вал; *7* — гладильные ножи; *8* — нижний калевочный ножевой вал

ные ролики и плоские прижимные устройства. Эти прижимы находятся над нижними ножевыми валами и над гладильными ножами, а также около верхних и вертикальных ножевых валов.

Станок снабжен счетчиком погонажа обрабатываемого материала, централизованной системой управления, которая предусматривает блокировку механизма подачи, электродвигателей рабочих органов (шпинделей) и ограждений. Все шпиндели имеют оградительные устройства, которые одновременно служат приемниками для стружки. Перед механизмом подачи установлены ограничитель толщины досок и когтевая завеса, которые предотвращают обратный выброс материала.

В строгальный станок материал надо подавать непрерывно, торец в торец. Это обеспечит равномерную работу посылочных механизмов и ножевых головок, а также исключит дефекты строгания, которые возникают из-за остановки досок в станке.

При работе строгальных станков на больших скоростях подачи ручная загрузка не может обеспечить непрерывное питание станков. В этом случае необходимо применять механизацию и автоматизацию, которые обеспечат бесперебойную подачу материала в станок. Для механизированной подачи досок в строгальный станок применяют дисковый питательный стол. Последний

состоит из нескольких (обычно 4—6) приводных винтовых роликов, находящихся на уровне нижних подающих вальцов станка, верхнего и нижнего вращающихся дисков, установленных под углом 6° к горизонтальной плоскости и служащих для захвата и подачи досок в подающий механизм станка.

На питательный стол доски подаются из пакета подъемником, установленным возле стола (рис. 176). Пакет пиломатериалов доставляют к строгальному цеху автолесовозом, автопогрузчиком или по монорельсу; пакет устанавливают на рольганг или на цепной транспортер, находящийся на уровне пола. Рольганг или цепной транспортер заканчивается наклонным подъемником, на который и подается пакет. Наклонный подъемник обеспечивает автоматическую подачу досок на поперечный цепной транспортер перед питательным столом. При наклонном положении подъемника верхний ряд досок пакета сползает на цепной транспортер, после чего пакет поднимается на высоту равную толщине доски и с пакета сползает следующий ряд досок и т. д. Попав на питательный стол, доски винтовыми роликами передвигаются вдоль до косопоставленного упора. Затем крайняя доска винтовыми роликами смещается к направляющей линейке, расположенной с правой стороны стола, захватывается вращающимися дисками и направляется в станок. Как только поданная в станок доска освободит место у направляющей линейки, ее место займет следующая доска.

Привод механизма питательного стола осуществляется от механизма подачи станка посредством цепи. Это обеспечивает синхронность в работе всех узлов установки. Для устранения межторцовых разрывов при подаче досок в станок скорость роликов питательного стола должна быть больше, чем скорость подающих вальцов станка. Питательный стол обеспечивает подачу досок шириной от 50 до 250 мм, толщиной от 15 до 120 мм и длиной от 1,2 до 6 м. Для уборки досок, прошедших через строгальный станок, используют приводные роликовые или ленточные транспортеры. Скорость транспортера, убирающего доски после станка, должна быть больше скорости подачи пиломатериалов в станок.

Доски, вышедшие из строгального станка, роликовым или ленточным транспортером направляются на торцовочные станки или для сортировки и разборки на поперечные цепные транспортеры, скорость движения которых значительно меньше скорости роликового или ленточного транспортера. У станков с большой скоростью подачи устраивают поперечный транспортер с двумя ветвями, движущимися в противоположные стороны от продольного транспортера, убирающего доски от станка. Для распределения досок с продольного транспортера по очереди на ту или другую ветвь поперечного транспортера применяют распределительные устройства.

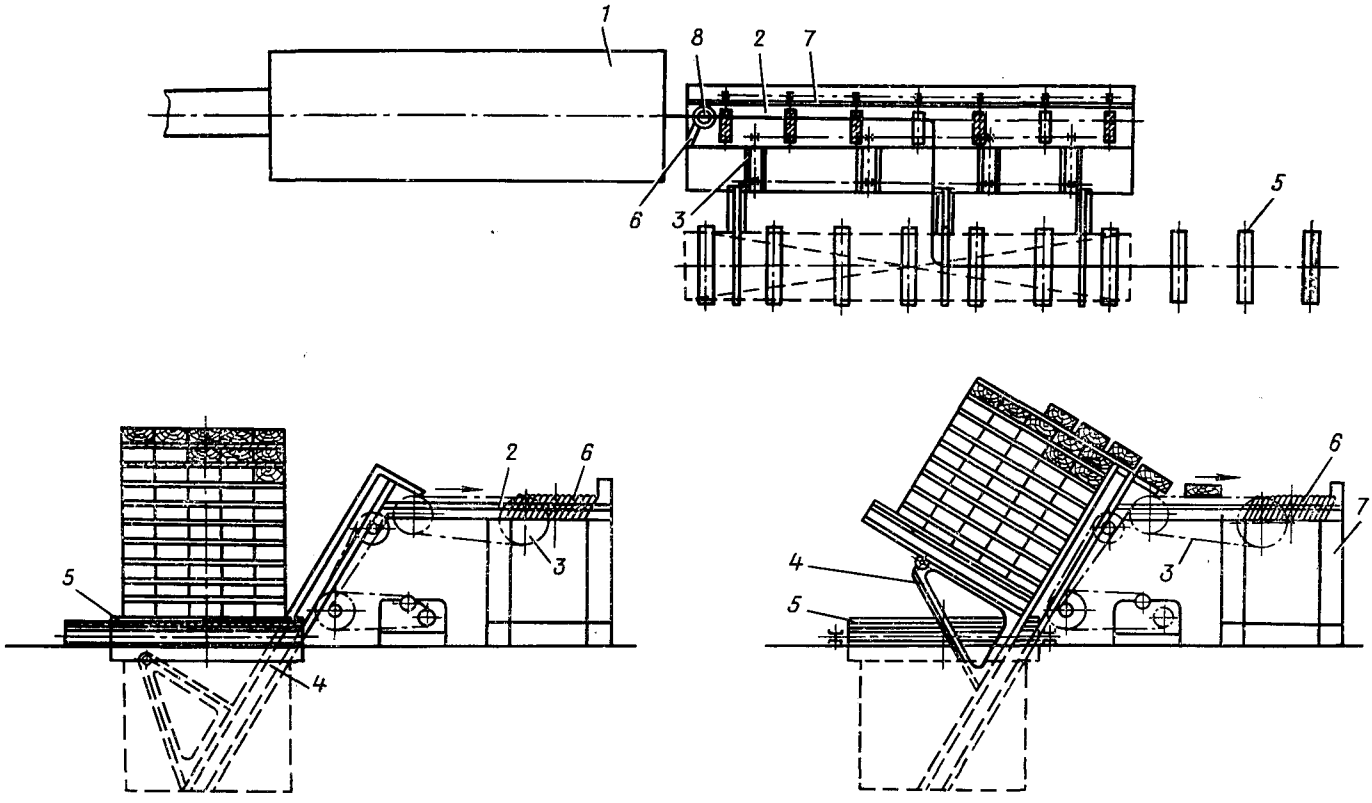


Рис. 176. Схема организации подачи досок к строгальному станку:

1 — строгальный станок; *2* — питательный стол; *3* — поперечный цепной транспортер; *4* — лифт; *5* — рольганг; *6* — косопоставленный упор; *7* — направляющая линейка; *8* — вращающиеся диски

§ 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ БРАК ПРИ СТРОГАНИИ, ЕГО ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Качество строганой поверхности определяется прежде всего шероховатостью поверхности, т. е. степенью ее гладкости. Кроме того, качество строгания определяют наличием и количеством на строганой поверхности вырывов, сколов, выкрошенных сучков, а также наличием или отсутствием ворсистости и мшистости. Шероховатость строганой поверхности (рис. 177) определяют по ее волнистости, величина которой оценивается длиной волны l и высотой гребней волн H. Волнистость обусловливается кинематикой процесса резания при цилиндрическом фрезеровании. Таким процессом является обработка древесины вращающимися ножами и фрезами. При строгании многоножевыми головками или многорезцовыми фрезами каждый нож или резец принимает участие в снятии стружки. Однако в образовании строганой поверхности все ножи или резцы будут принимать участие только в том случае, когда их лезвия лежат на одной цилиндрической поверхности, т. е. когда точно устанавливают режущий инструмент, применяют специальные фуговочные приспособления для фуговки ножей в станках на полном числе оборотов ножевых головок и точные приборы — индикаторы. Когда в образовании строганой поверхности принимают участие все ножи (резцы), длина волны l равна подаче на один нож (резец) U_z и находится в зависимости от скорости подачи станка u, от числа оборотов ножевой головки n и от числа резцов (ножей) Z в ножевой головке. Длину волны определяют по формуле

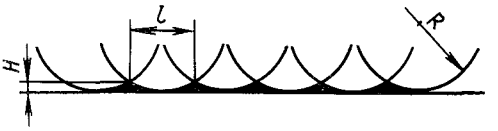


Рис. 177. Схема образования строганой поверхности

$$l = U_z = \frac{1000u}{nZ}, \qquad (235)$$

где l — длина волны, мм;
U_z — подача на резец, мм;
u — скорость подачи, м/мин;
n — скорость вращения ножевой головки, об/мин;
Z — количество резцов (ножей) в ножевой головке, шт.

При неточной установке ножей l больше U_z и зависит от числа ножей, принимающих участие в образовании строганой поверхности, Z', т. е.

$$l = \frac{1000u}{nZ'}.$$

Из-за неточности заточки и установки ножей в головках поверхность чаще всего фактически формируется одним ножом, т. е. $Z' = 1$.

Из приведенных выше формул видно, что длина волны прямо пропорциональна скорости подачи станка. Отсюда при постоянном числе оборотов ножевой головки качество поверхности будет улучшаться с уменьшением скорости подачи. Уменьшение скорости подачи влечет за собой снижение производительности станка. Для улучшения качества обработки без снижения производительности станка следует добиваться увеличения количества ножей на ножевой головке и улучшения качества их подготовки и точности установки. Глубина волны или высота гребней волны H очень мала по сравнению с ее длиной l и поддается непосредственному измерению лишь сложными оптическими приборами. Определить глубину волны можно также через длину ее и радиус окружности резания по формуле

$$H = \frac{l^2}{8R} \text{ мм}, \tag{236}$$

где R — радиус окружности резания, мм.

Если в эту формулу вместо l подставить ее значение $\frac{1000u}{nZ}$, то формула примет вид

$$H = \frac{10^6 u^2}{8Rn^2Z^2} \text{ мм}, \tag{237}$$

где u — скорость подачи материала, м/мин;
R — радиус окружности резания, мм;
n — скорость вращения ножевой головки, об/мин;
Z — количество работающих ножей в ножевой головке.

В соответствии с ГОСТ 7016—68 чистоту поверхности оценивают значением высоты неровности (шероховатости и волнистости) H_{max} также наличием или отсутствием ворсистости и мшистости. Высоту неровности определяют как среднеарифметическую величину из максимальных высот неровностей поверхности. В зависимости от значения H_{max} в ГОСТ 7016—68 предусматривается деление поверхностей по шероховатости на 12 классов.

Быстроходные строгальные станки практически дают чистоту поверхности по высоте гребней волны, соответствующую 6—10 классу. Очень малая величина неровности строганой поверхности может быть совсем снята с помощью гладильных ножей. Приострагивании гладильными ножами очень тонкой стружки (толщиной в несколько десятых миллиметра) волнистость уничтожается и качество поверхности будет определяться чистотой зачистки и наличием ворсистости и мшистости, которые зависят от качества заточки и правки лезвий гладильных ножей, от степени покоробленности обрабатываемой поверхности, а также от неравномерности в строении волокон древесины и ее упругости.

Влажность древесины также оказывает влияние на качество строгания. Строганая поверхность древесины повышенной влаж-

ности после высыхания становится ворсистой и матовой. При строгании древесины резко пониженной влажности увеличивается сопротивление резанию, учащаются отщепы и вырывание волокон, т. е. снижается качество строганой поверхности. При строгании пиломатериалов технический брак можно разделить на три основных вида: низкое качество строганой поверхности, неточные размеры строганых материалов и механические повреждения строганых пиломатериалов.

Первый вид технического брака — низкое качество строганой поверхности — имеет свои разновидности:

непрострожку отдельных участков по длине и ширине материала, которая вызывается непрямолинейной установкой лезвий ножей или резцов, гладильных ножей или нижнего и верхнего ножевого вала, неравномерным прижатием материала подающими вальцами и прижимными роликами, отклонениями исходного сырья от правильной формы (кривизна, покоробленность), недопустимыми отрицательными отклонениями в размерах и глубокими рисками на пиленой поверхности исходного сырья;

заметную волнистость или различную длину волны строгания, которая вызывается неправильной установкой ножей и неуравновешанностью ножевой головки или ножей, слабиной в подшипниках ножевого вала, недостаточным креплением суппортов ножевых головок;

мшистость, ворсистость, вырывы волокон, сколы, которые возникают при строгании сырого материала, при работе тупыми ножами и при строгании против волокон древесины;

выпуклые полосы, борозды и углубления на строганой поверхности, вызываемые зазубринами на лезвиях ножей, затупленности отдельных участков лезвий, загрязненностью столов прижимных роликов или вальцов смолой и стружкой;

ожоги поверхности доски или потемнение, которое появляется в случае остановки доски в станке при работающих ножах вследствие буксования подающего механизма и при межторцовых разрывах при подаче материала.

Второй вид технического брака — неточные размеры строганых материалов — подразделяется на разновидности:

неточный размер строганой доски по толщине и ширине; несоответствие размеров и расположения шпунта и гребня;

строгание «не в угольник».

Причина появления всех этих дефектов заключается в неправильной установке ножей и ножевых головок, неправильном профиле ножей или фрез, неперпендикулярности осей вертикальных валов рабочей поверхности стола, непараллельности осей горизонтальных ножевых валов заднему столу станка, недостаточном прижиме пиломатериалов к направляющей линейке.

Третий вид технического брака — механические повреждения материала (раскалывание и трещины) — происходит при неравномерном или чрезмерном нажиме подающих вальцов и прижимных роликов на строгаемый материал, а также при нарушениях режима сушки (короблении, мелких трещинах, пересушки древесины).

Для устранения дефектов строгания, вызывающих появление технического брака, необходимо правильно установить причину их появления. На основании изложенного выше видно, что основными причинами технического брака при строгании являются неисправность станка, неудовлетворительная подготовка и установка режущего инструмента, несоответствие размеров исходного сырья, дефекты древесины и несоответствие влажности.

§ 5. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СТРОГАЛЬНЫХ СТАНКОВ И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЦЕХЕ

Производительность строгальных станков определяется в погонных метрах пропущенного материала или в кубических метрах по формулам

$$A = uTk_1k_2 \text{ пог. м за смену,} \tag{238}$$

или

$$A = uTqk_1k_2 \text{ м}^3 \text{ за смену,} \tag{239}$$

где u — скорость подачи в м/мин;

T — продолжительность смены, мин;

k_1 — коэффициент использования рабочего времени;

k_2 — коэффициент использования машинного времени;

q — объем 1 пог. м доски до строгания, м^3.

Основной фактор, который влияет на производительность строгального станка,— это скорость подачи. Последняя, в свою очередь, зависит: от конструкции станка (мощности привода, скорости вращения ножевых валов, системы механизма подачи); от вида и качества режущего инструмента; от размеров строгаемых пиломатериалов и профиля строгания; от требуемого качества строгания; от породы и влажности строгаемой древесины; от качества древесины и от подготовки материала к строганию (ребровой распиловки и величины отклонений в размерах пиломатериалов от номинальных). Скорость подачи определяют по формуле

$$u = \frac{lnZ}{1000} \text{ м/мин,} \tag{240}$$

где l — длина волны, мм;

n — скорость вращения ножевого вала, об/мин;

Z — число работающих ножей, шт.

Вторым фактором, который влияет на производительность строгального станка, является коэффициент использования

станка k. Он равен произведению коэффициентов k_1 и k_2 (обычно k_1 и k_2 принимают равными 0,90—0,95):

$$k = k_1 k_2 = 0{,}80 \div 0{,}90.$$

k_1 можно повысить путем уменьшения внутрисменных простоев оборудования. Для этого, в свою очередь, необходима система проведения профилактических ремонтов и хорошая подготовка станка, режущего инструмента к работе, а также должное уплотнение рабочего времени. Повышения k_2 можно достигнуть путем механизации и автоматизации подачи досок в станок, лучшей подготовкой материала к строганию и высокой организацией рабочего места и т. д. При механизированной подаче материала в станок с помощью наклонного подъемника и питательного стола k_2 следует принимать равным 0,95.

В строгальных цехах кроме основных строгальных станков имеются и другие станки, которые служат для подготовки материала к строганию, а также для окончательного оформления строганого материала. К подготовительным станкам, как уже было сказано выше, относятся реберные делительные станки, станки для заделки сучков и торцовочные станки для оторцовки дефектных концов досок перед реберованием.

К станкам, предназначенным для формирования окончательной длины строганого материала и удаления дефектных частей, относятся торцовочные станки различного вида: обычные балансирные станки, станки с прямолинейным движением пилы, двух- и трехпильные концеравнители. Расчет производительности прочих станков строгального цеха (реберных, торцовочных и др.) ведут по способам, указанным выше. Количество этих станков определяют с учетом обеспечения пропускной способности основного, ведущего станка — строгального и обеспечения ритмичной работы всей поточной линии.

Потребное количество строгальных станков, а следовательно, и поточных линий в цехе определяют с учетом производственной программы или мощности цеха и производительности устанавливаемых строгальных станков по формуле

$$a = \frac{Q}{A},$$

где a — потребное количество станков, шт.;
Q — производственная программа цеха в смену, м³;
A — производительность одного станка в смену, м³.

§ 6. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОГАНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Технологический процесс в строгальных цехах включает в себя следующие операции: предварительную торцовку, реберную распиловку, заделку сучков, строгание и окончательную

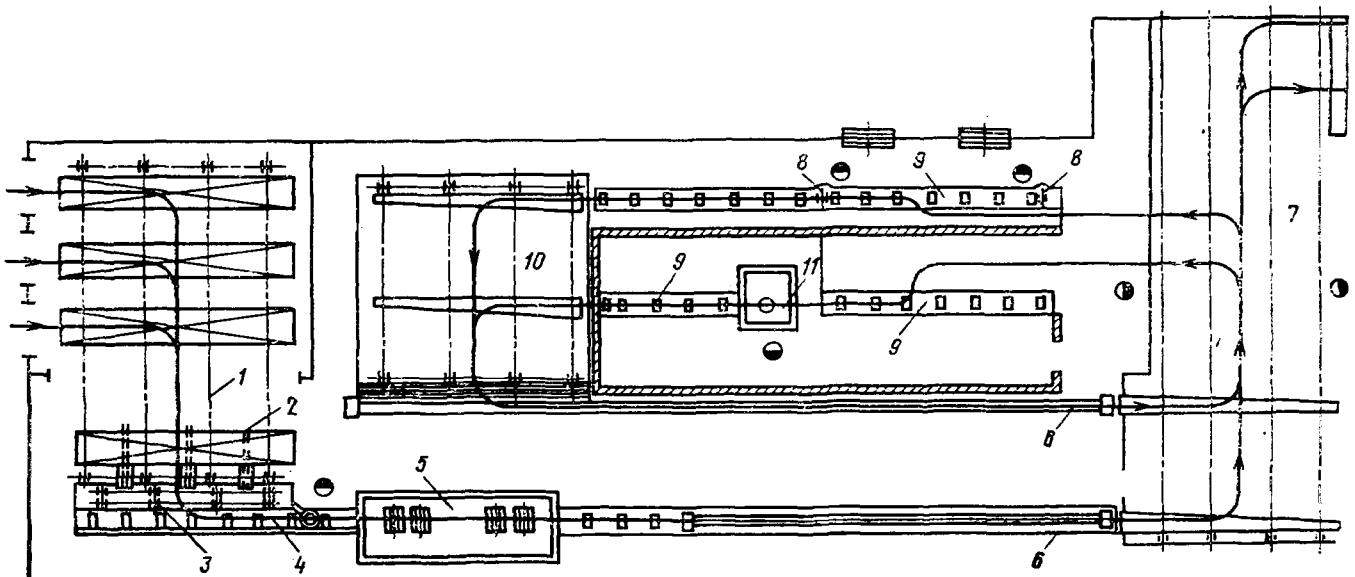


Рис. 178. Схема планировки оборудования в строгальном цехе, оборудованного одним строгальным станком:

1, 3, 7, 10 — поперечные цепные транспортеры; *2* — наклонный лифт; *4* — питательный стол; *5* — четырехсторонний строгальный станок; *6* — ленточные транспортеры; *8* — торцовочный станок; *9* — приемные роликовые столы; *11* — автомат для заделки сучков

торцовку. В производственный процесс входит также сортировка строганых пиломатериалов.

Последовательность технологических операций может изменяться. Например, сучки можно заделывать до строгания или после него, ребровую распиловку при выпуске материала, строганного с двух пластей, — до строгания. При выпуске материала, строганного с одной пласти, ребровое деление целесообразней проводить после строгания. Некоторые технологические операции, например предварительная торцовка, ребровое деление, заделка сучков могут вовсе не применяться.

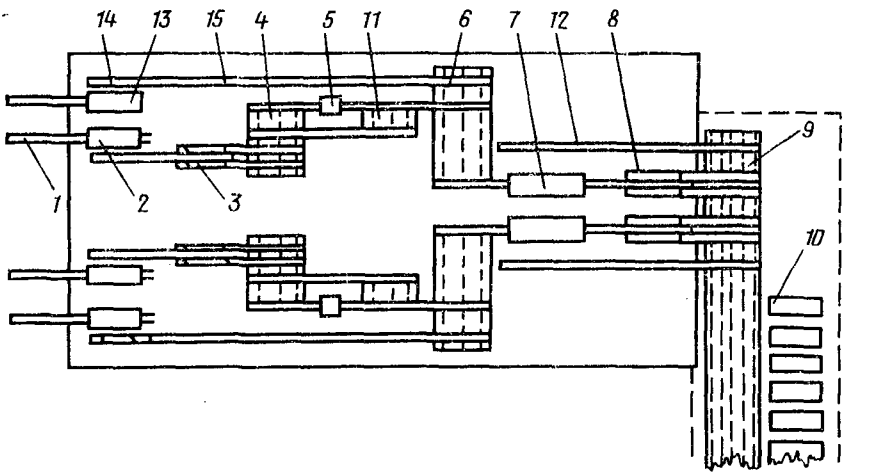


Рис. 179. Схема планировки оборудования в строгальном цехе, оборудованного двумя строгальными станками

1 — рельсовый путь; *2* — лифт; *3, 8, 14* — торцовочные станки; *4, 6, 11* — поперечные цепные транспортеры; *5* — ребровый станок; *7* — строгальный станок; *9* — сортировочный транспортер; *10* — пакет досок; *12, 15* — ленточные транспортеры; *13* — лифт

В строгальных цехах лесопильных заводов осуществляют массовое строгание. В связи с этим при планировке оборудования цеха должна быть предусмотрена поточность производственного процесса, согласованы скорости движения материала в технологических и транспортных операциях, обеспечена возможность размещения необходимых страховых запасов материала между смежными операциями. Ниже приведены некоторые схемы размещения оборудования в строгальных цехах. В этих схемах не предусмотрена точная планировка цехов с учетом площади и точного расположения оборудования.

На рис. 178 показана схема планировки строгального цеха, оборудованного строгальным станком тяжелого типа, автоматом для заделки сучков и торцовочными станками.

Производственный процесс цеха следующий: пиломатериалы в пакетах подвозят автолесовозом и устанавливают на

поперечный цепной транспортер, который передает их на платформу наклонного подъемника. Из пакета доски через короткий поперечный цепной транспортер перекладываются на питательный стол, который осуществляет непрерывную подачу досок в строгальный станок. После строгального станка доски убирают ленточным транспортером и подают на сортировочный поперечный цепной транспортер. Доски, которые требуют заделки дефектов, снимают с поперечного цепного транспортера и помещают на приемный стол автомата для заделки сучков. Доски, подлежащие торцовке, также снимают с сортировочного транспортера и передают на приемный стол торцовочных станков. Доски после заделки дефектов и после оторцовки попадают на общий цепной транспортер, с которого ленточным транспортером подаются снова на сортировочный транспортер. Готовые строганые доски снимают с транспортера и укладывают в плотные пакеты, которые автолесовоз отвозит на склад готовой продукции.

На рис. 179 приведена схема планировки цеха, оборудованного двумя строгальными станками. Цех выпускает тонкие торцованные строганые материалы. Исходным сырьем служат толстые пиломатериалы, кратные по толщине тонким и тонкие пиломатериалы. Для деления кратных пиломатериалов по толщине в цехе установлены два ребровых станка. Тонкие пиломатериалы подают прямо к строгальным станкам, минуя ребровые.

§ 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА СТРОГАНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В строгальном производстве следует соблюдать общие правила по технике безопасности, предусматривающие соответствующее размещение оборудования, наличие оградительных устройств опасных зон станков и транспортных средств, наличие и бесперебойную работу эксгаустерной системы для уборки стружки и опилок, достаточную освещенность рабочих мест и т. п. Кроме того, при работе на строгальных станках необходимо соблюдать следующие правила:

нельзя обрабатывать одновременно две доски или заготовки (по ширине или толщине);

наименьшая длина пропускаемых через станок заготовок должна быть равна расстоянию между передними и задними вальцами плюс 50 мм;

перед подающими вальцами станка необходимо устанавливать ограничитель предельного сечения материала, пропускаемого через станок;

нельзя подавать в станок доски с большой продольной и поперечной покоробленностью, с глубокими рисками, а также кривые и пересушенные доски.

Глава 14. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

§ 1. ВИДЫ, ОБЪЕМЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

В процессах переработки пиловочного сырья на пиломатериалы, заготовки и детали получается большое количество отходов. Под отходами в производстве понимается та часть сырья, которая не попадает в основную продукцию предприятия. По количеству получаемых отходов лесопильная и деревообрабатывающая промышленность, которая перерабатывает огромное количество сырья, стоит на одном из первых мест по сравнению с другими отраслями промышленности.

Отходы лесопильно-строгальных производств — это горбыли, рейки, концы досок, вырезки дефектных мест, опилки, стружка и кора. Однако в лесопильном производстве имеются и безвозвратные потери древесины — это потери в припуски на усушку и на распыл. В лесопилении при выработке длинномерных обрезных досок в горбыли от объема бревен отходит 6—10%, в рейки — 10—13, в концы досок (торцы и обрезки) 2—4, в опилки 11—12, на вырезку брака 2—3% древесины. Безвозвратные потери на усушку составляют 5—7 и на распыл 1—2%. Количество коры при поставке на завод неокоренных бревен составляет около 10—12% от всего объема бревен. Кора не входит в баланс древесины и считается внебалансовым отходом. В раскройных цехах при раскрое необрезных досок на заготовки от объема раскраиваемых пиломатериалов получается опилок 7—10, обрезков (вырезки брака и некратные остатки) 10—15%. Последние зависят от сортности, степени обреза и размеров досок, а также от качества и размеров вырабатываемых заготовок. Минимальные потери в обрезки получаются при выработке из пиломатериалов клееных заготовок.

В строгальных цехах отходы в виде стружки составляют 12—20% от объема поступающих пиломатериалов. В целом от раскроя бревен до получения готовых деталей уходит в отходы и теряется не менее половины древесины, а в ряде случаев и больше. По лесопильно-деревообрабатывающей промышленности общий объем отходов и потерь древесины достигает 100 млн. м³ в год, из них примерно 40—50 млн. м³ используется как вторичное сырье и на топливо, а остальные 50—60 млн. м³ отходной древесины погибают бесполезно, перегнивают в отвалах. Такое количество отходов в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности оказывает большое влияние на себестоимость продукции, вырабатываемой из древесины. Удельный вес издержек производства на сырье в себестоимости изделий из древесины достигает 60—80%. Поэтому для обеспечения

существенного снижения, себестоимости продукции из древесины необходимо решить, с одной стороны, проблему уменьшения отходов в процессах механической переработки сырья и, с другой — проблему использования неизбежно получаемых отходов.

Решение этих проблем имеет большое народнохозяйственное значение не только для снижения издержек производств, но и для сохранения наших лесных богатств.

Пути уменьшения отходов рассматривались в главе «Основы теории раскроя пиловочного сырья». Здесь рассмотрены лишь вопросы использования неизбежных отходов, получаемых при переработке пиловочного сырья и пиломатериалов. Отходы древесины при ее механической обработке могут быть использованы как полноценное сырье для выработки продукции из измельченной древесины. К этой продукции относится целлюлоза, полуцеллюлоза, древесная масса, бумага, картон, древесноволокнистые и стружечные плиты, ткани, спирт, кормовые дрожжи, древесная мука, упаковочная стружка, уксус и другие разнообразные лесохимические продукты.

В технологических процессах производства указанных продуктов древесина измельчается до необходимых фракций. Это создает весьма благоприятные условия для комплексного использования всей древесины, перерабатываемой механическим путем. Практически строящиеся и реконструируемые предприятия рассчитываются уже на комплексное использование всего сырья, поступающего в переработку (80—90% от его объема).

Отходы лесопильно-деревообрабатывающей промышленности по возможности использования не равноценны. Наиболее ценные из них те, которые могут быть использованы для производства разнообразной продукции. Менее ценные те отходы, возможность использования которых ограничивается выработкой только отдельных видов продукции. К первой группе отходов можно отнести кусковые отходы (горбыли, рейки), которые могут быть использованы для производства многообразных видов продукции, например бумаги, целлюлозы, картона, древесноволокнистых и стружечных плит, спирта, кормовых дрожжей и т. д.

Крупные кусковые отходы могут быть использованы также для производства обапола, мелкой пилопродукции и клееных заготовок, которые будут добавлением к полезному выходу основной пилопродукции.

Ко второй, менее ценной, группе отходов относятся мягкие отходы — опилки и стружка. Опилки и стружка находят непосредственное использование для хозяйственных и промышленных целей, а также как технологическое сырье. Непосредственное использование опилки находят в качестве шлифовочного материала для чистки и полировки мелких металлических и про-

волочных изделий, алюминиевой посуды, листового алюминия. Для этого опилки должны быть сухими и однородными по породе.

В кожевенной промышленности опилки применяют для увлажнения и лощения высших сортов телячьих и козьих шкур. В меховой промышленности опилки лиственных пород применяют при мягчении и окраске мехов, для полировки мехов. Сухие опилки и стружку применяют как изоляционный материал в строительстве зданий легкого типа. В садоводстве и лесоводстве сухие опилки используют для изготовления удобрений и компостов, для изоляционных и защитных подстилок почвы, предупреждения развития сорных трав, упаковки и хранения винограда (еловые и пихтовые опилки). Опилки и стружку используют также для упаковки бутылок с жидкостями для предохранения их от мороза и разбивания. Применяют опилки и стружку при чистке паркетных полов, а также как поглотитель жидкости при уборке мест общего пользования (базаров, метро, вокзалов) и животноводческих помещений.

Опилки применяются и как технологическое сырье в производстве целлюлозы. Как технологическое сырье опилки и стружку используют также в производстве древесной муки.

Древесная мука представляет собой мелкоразмолотую древесину, которую получают на специальных мельницах. Древесная мука широко используется в производстве пластических масс, парфюмерных изделий (пудры), в хлебопечении, в производстве линолеума, линкруста и т. п.

Древесные опилки и стружка находят применение в производстве легких строительных материалов — неразмываемых сырцовых глин и силикаторгаников. Основная масса этих строительных материалов состоит из связующих веществ, а древесные опилки и стружка являются лишь наполнителями.

Большие возможности для использования станочной стружки как технологического сырья представляются в производстве стружечных плит. Последние изготовляют или из специально изготовленной плоской стружки, или из станочной стружки (с облицовкой шпоном). Станочная стружка может быть использована для формирования средних слоев трехслойных плит в сочетании со специальной стружкой, которую применяют для формирования внешних слоев.

Опилки как технологическое сырье в смеси со щепой находят широкое применение в гидролизном производстве для изготовления спирта и кормовых дрожжей.

В случаях, когда по местным условиям отходы лесопильно-деревообрабатывающего предприятия нельзя использовать как технологическое сырье, их используют на топливо. Кора тоже может быть сожжена в котельной предприятия. Для этого из коры отжимают излишнюю воду, доводят ее до влажности 50—55%, на специальных короотжимных установках.

Все отходы по возможности их использования, как вторичного сырья, можно подразделить на следующие виды:

Вид отходов	Использование отходов
Сырые крупные куски древесины	Для выработки цельных и клееных заготовок, обапола, мелкой пилопродукции; переработка на технологическую щепу для производства целлюлозы и других видов продукции с измельчением древесины; в лесохимических производствах
Сырые мелкие куски древесины	На те же виды продукции, кроме обапола (для выработки мелких цельных и клееных заготовок и мелкой пилопродукции)
Сухие крупные куски древесины	Для выработки цельных и клееных заготовок; для производства стружечных плит; в лесохимическом производстве
Сухие мелкие куски древесины	Для производства стружечных плит и в лесохимическом производстве
Сырые и сухие опилки	В гидролизном производстве для получения спирта, кормовых дрожжей, целлюлозы, древесной муки, строительных блоков (как наполнитель со связующими веществами); в лесохимическом производстве; на удобрение в сельском хозяйстве
Сырая и сухая стружка	Для изготовления стружечных плит, строительных блоков; в лесохимическом производстве
Сухая и сырая кора	Для производства плит (со связующими веществами); для получения дубителей в лесохимическом производстве; для изготовления удобрений

Выбор способа использования отходов должен быть обоснован технико-экономическими расчетами. Основными факторами при этом являются: баланс древесины и количество отходов, которое может дать основное производство постоянно, чтобы они служили сырьевой базой; наличие в районе действия лесопильно-деревообрабатывающего предприятия других производств, потребляющих древесину в виде отходов (щепа, опилки и т. п.); вид и стоимость продукции, получаемой из отходов.

Технологические процессы и оборудование для переработки отходов древесины многообразны и рассматриваются в специальных курсах[1]. Здесь же рассматриваются главным образом процессы переработки отходов механическим путем в мелкую пилопродукцию и щепу, т. е. подготовка технологического сырья для других производств.

[1] Технология целлюлозно-бумажного производства, технология производства древесноволокнистых плит и картона, технология производства стружечных плит, технология гидролизного производства, технология лесохимических производств и т. д.

§ 2. ОБМЕР И УЧЕТ ОТХОДОВ

Количество отходов всех видов обычно учитывают в кубических метрах плотной древесины. При этом обмеряют отходы в складочной или насыпной мере, т. е. определяют их габаритный объем. Затем этот габаритный объем пересчитывают на кубатуру в плотной древесине путем умножения на соответствующий коэффициент заполнения габаритного объема:

$$V_{пл} = V_{скл} k \text{ м}^3, \quad (241)$$

$V_{пл}$ — объем древесины в плотной мере;

$V_{скл}$ — объем древесины в складочной (насыпной) мере;

k — коэффициент заполнения габаритного объема.

В зависимости от вида отходов коэффициенты заполнения бывают различными: для опилок 0,3, для стружек 0,17—0,2, для уложенных реек и горбылей (в зависимости от их длины) 0,5—0,6, для щепы в зависимости от ее влажности 0,36—0,41.

Более точным способом учета технологической щепы является весовой способ учета. Для этой цели используют автоматические ленточные весы типа ЛТМ-1 или автомобильные стационарные весы типа АЦ-10. Весы типа ЛТМ-1 могут непрерывно взвешивать щепу, перемещающуюся по стационарным ленточным транспортерам. Для получения достоверных данных взвешивания необходимо регулярно в течение смены измерять влажность щепы. Перевод весовых единиц измерения щепы в объемные при известной влажности можно делать по формуле

$$V_{пл} = \frac{G}{\gamma} \text{ м}^3, \quad (242)$$

где G — вес щепы, т;

γ — объемная масса древесины при данной влажности, т/м^3.

§ 3. ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КУСКОВЫХ ОТХОДОВ НА ОБАПОЛ И МЕЛКУЮ ПИЛОПРОДУКЦИЮ

Крупные отходы (горбыли, рейки и концы досок) при распиловке бревен на обрезные доски составляют 15—20% от кубатуры распиливаемых бревен. Из горбылей в больших количествах вырабатывают шахтный обапол для горнорудной и угольной промышленности. Обапол может быть горбыльным (рис. 180, *а*), если одна из его сторон полностью сохраняет форму поверхности бревна, или дощатым (рис. 180, *б*), если с горбыля снята часть округлой стороны (горб) с пропилом не менее чем на половину длины.

Для обапола используют также отходы, полученные при распиловке кряжей на шпалы шпалорезными станками. Обапол, применяемый в шахтном строительстве, должен быть: сосновым или еловым; окоренным; не иметь сквозных трещин, расколотых концов, червоточины и гнилых сучков; его комлевой конец дол-

жен иметь толщину, превышающую не более чем в 2 раза толщину вершинного конца; ширина его должна быть не менее 9 см, толщина в тонком конце от 15 до 30 мм и длина от 0,9 до 2,7 м.

Учет обапола ведут в плотных кубических, а обмер — в складочных метрах. Коэффициенты перевода обапола из складочных мер в плотные даны в табл. 46.

Обапол применяют также в промышленном и коммунальном строительстве на изготовление строительных лесов, опалубки, подшивки и т. д. При переработке горбылей на обапол (шахтовку) выход последнего составляет 4—5% от кубатуры бревен. Технологический процесс производства обапола из горбылей довольно прост, только одну операцию — поперечный раскрой гор-

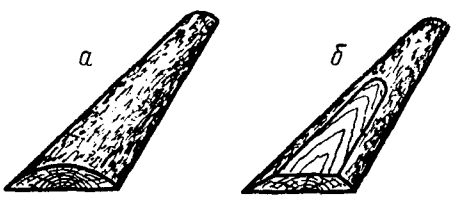


Рис. 180. Виды обапола:
а — горбыльный; *б* — дощатый

Таблица 46

Коэффициенты перевода обапола из складочных мер в плотные

Длина обапола, м	Коэффициенты перевода из складочных мер в плотные при толщине обапола в тонком конце мм		
	15	20	25—30
0,9—1,2	0,48	0,53	0,57
1,5	0,50	0,61	0,65
1,8—2,2	—	0,69	0,72
2,5—2,7	—	0,73	0,74

бля осуществляют на торцовочном станке. Последний размещается за лесопильными рамами на втором этаже лесопильного цеха, перед обрезным станком или на первом этаже цеха, вблизи места спуска горбылей со второго этажа. Перед отгрузкой обапол сортируют по размерам длины, укладывают в пакеты и учитывают.

Крупные отходы лесопиления можно перерабатывать также на мелкую пилопродукцию — тарную дощечку, штакетник, штукатурную и кровельную дрань, детали для мебели, деревянные игрушки, намет ельники и другие изделия широкого потребления.

Горбыли, рейки и обрезки досок находят широкое применение также в строительстве и стандартном домостроении при изготовлении щитов для стен, перегородок и потолочных перекрытий. Отходы лесопиления находят также применение в изготовлении столярных плит, которые широко используют в вагоностроении, в строительстве, в мебельной и других отраслях промышленности. Мелкие сортименты пилопродукции, получаемые из крупных отходов лесопиления могут быть использованы при изготовлении клееных брусков, узлов и деталей для строительства.

Первая операция технологического процесса переработки горбылей, реек и отрезков досок — торцовка. При этом толстая

(деловая) часть древесины отделяется от тонкой (неделовой). Эту операцию можно выполнять на многопильных (две и три пилы) слешерных установках, на торцовочных маятниковых станках, балансирных торцовочных станках и другом оборудовании для поперечного раскроя досок. Неделовая (тонкая) часть горбылей и реек идет на выработку из них щепы или на топливо. Деловые (толстые) части горбылей и реек направляют самостоятельными потоками на дальнейшую механическую обработку. В поток разделки могут поступать рейки, а также отрезки досок (концы).

Вторая операция переработки деловой части горбылей (рис. 181, *а*) — это продольная распиловка их на дощечки, что

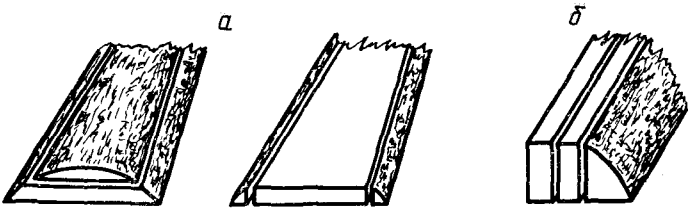


Рис. 181. Схема раскроя:
а — деловых горбылей; *б* — реек

осуществляется на ребровом станке. Затем полученные дощечки обрезают на малом обрезном или на многопильном станке и торцуют на точную длину на концеравнителе. Продольный раскрой реек и отрезков досок осуществляют на реечных станках (рис. 181, *б*). Полученные обрезные дощечки и рейки сформированного сечения торцуют на точную длину на концеравнителе. Всю полученную пилопродукцию из горбылей, реек и концов досок подбирают в комплекты и упаковывают.

При полной переработке кусковых отходов на мелкую пилопродукцию можно получить дополнительно к полезному выходу основной пилопродукции 3—5% от объема бревен.

Производственные отделения по переработке крупных отходов в мелкую пилопродукцию и тару размещают чаще всего на первом этаже лесопильного цеха. В этом случае отходы через люки по наклонным плоскостям спускаются вниз на ленточные или поперечные цепные пластинчатые транспортеры. Перечисленные транспортеры доставляют отходы на соответствующие участки потоков. В отделении переработки деловых крупных отходов можно организовать три потока: переработку горбылей, переработку реек и переработку концов досок. Последний поток может отсутствовать как самостоятельный. В этом случае переработка концов досок осуществляется в потоке переработки горбыля. Переработка крупных отходов на мелкую пилопродукцию при больших объемах производства может быть организована

в самостоятельном цехе, который чаще всего располагают в непосредственной близости от лесопильного цеха.

Следует отметить, что переработка горбылей и реек в мелкую пилопродукцию представляет собой трудоемкий процесс, который по трудовым затратам в несколько раз превышает получение обычной пилопродукции в лесопильном процессе. Однако себестоимость тары, полученной из отходов, ниже, чем из пиломатериалов. В случаях, когда количество отходов сравнительно велико и лесопильное предприятие комбинируется или кооперируется с целлюлозно-бумажным, находящимся на сравнительно небольшом расстоянии, экономически выгоднее все кусковые отходы перерабатывать в технологическую щепу.

§ 4. ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ КУСКОВЫХ ОТХОДОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЩЕПУ

Кусковые отходы лесопильного производства могут быть использованы как полноценное сырье для изготовления целлюлозы, бумаги, картона, древесноволокнистых и стружечных плит, для гидролизного производства и производства лесохимической продукции. Для этой цели кусковые отходы должны быть переработаны в технологическую щепу, которую можно назвать сопутствующей продукцией лесопильного производства. Щепа из лесопильных отходов по качеству не уступает щепе, получаемой из балансовой древесины, являющейся пока основным сырьем для получения целлюлозы и бумаги. Переработка лесопильных отходов на технологическую щепу открывает надежную сырьевую базу для целлюлозно-бумажной промышленности, производства плит и химических продуктов из древесины и этим способствует экономному использованию лесных ресурсов страны. Поэтому производство технологической щепы из отходов лесопиления принимает широкое распространение. В зависимости от назначения к технологической щепе предъявляются определенные качественные и размерные требования, которые регламентируются ГОСТ 15815—70 «Щепа технологическая».

Особенно высокие требования предъявляются к щепе в отношении наличия каких-либо примесей: коры, гнили, обугленных частиц, металлических включений, песка и т. п. Допустимый процент засоренности щепы корой различен и обусловливается в зависимости от ее назначения. Щепа, идущая на варку целлюлозы, практически не должна иметь коры. В щепе для гидролизного производства, изготовления древесноволокнистых и древесностружечных плит, в зависимости от ее сортности, допускается коры от 10 до 15%. В щепе для производства специальных высококачественных древесноволокнистых плит содержание коры допускается до 3%. Для обеспечения указанных требований при переработке отходов на щепу необходимо использовать окоренные кусковые отходы древесины. Для лесопиления такое требо-

вание означает обязательную окорку бревен перед подачей их в распиловку. Чистота окорки бревен может быть различной в зависимости от назначения щепы.

Допускаемый показатель примеси гнили в щепе, в зависимости от назначения и сортности последней, составляет от 0,1 до 5%. Обугленные частицы и металлические включения в щепе для всех видов производств не допускаются. Одним из важных факторов, определяющих качество технологической щепы, установлена однородность щепы по длине и толщине. Размеры щепы в зависимости от назначения приведены в табл. 47.

Таблица 47

Размеры технологической щепы

Назначение щепы по производству	Размеры, мм		
	Длина	Оптимальная длина	Толщина, не более
Целлюлозно-бумажное	15—25	18	5
Древесноволокнистых плит	10—35	25	5
Древесностружечных плит:			
плоского прессования	20—60	40	30
экструзионного прессования	5—40	20	30
Гидролизное	5—35	20	5

Торцовые срезы щепы должны быть чистыми, гладкими, под углом 30—60° к продольному направлению и без обмятых кромок. Особенно высокие требования к чистоте срезов щепы предъявляют целлюлозно-бумажные предприятия. От чистоты срезов зависят выход и механические свойства целлюлозы, а также продолжительность варки древесины. Производственный процесс выработки щепы включает в себя следующие операции: сбор и концентрацию отходов лесопиления и деревообработки и транспортирование их на измельчающее оборудование; попутное обнаружение и удаление металлических включений и сорных примесей; измельчение древесины и подачи щепы на сортировку; сортировку щепы и отделение некондиционных фракций; вторичное измельчение крупной щепы и сортировку; лабораторный анализ вырабатываемой щепы; складирование щепы в галереях, бункерах или на открытых складах и погрузку щепы в специализированный транспорт.

В процессе производства технологической щепы основной операцией является измельчение древесины. Эта операция в основном определяет качество и процентный выход кондиционной технологической щепы из перерабатываемого сырья, а также энергозатраты на производство щепы.

Измельчение кусковых отходов в щепу осуществляют на рубильных машинах. По форме ротора рубильные машины делятся на барабанные и дисковые. Режущие кромки ножей

в барабанных машинах (дробилках) описывают поверхность вращения. Угол перерезания волокон древесины (угол среза на щепе) непрерывно изменяется, что приводит к образованию неоднородной по фракционному составу щепы и к повреждению волокон на торцовых срезах щепы. Барабанные рубильные машины (дробилки) при переработке отходов дают щепу низкого качества, пригодную, в лучшем случае для гидролизного производства или на топливо. Для переработки отходов лесопиления на технологическую щепу более высокого качества применяют дисковые рубильные машины. В дисковых машинах режущие кромки ножей движутся в плоскости, расположенной под постоянным углом к направлению подачи перерабатываемой древесины. Угол среза щепы при этом постоянный. Поверхность диска между ножами выполняется плоской или геликоидальной (винтовой). В соответствии с этим различают рубильные машины с плоским и геликоидальным диском. Наиболее благоприятные условия для получения постоянной по длине щепы обеспечиваются в машинах с геликоидальным диском. Отечественной промышленностью выпускается две модели рубильных машин с геликоидальным диском: МРН-25 (А3-11) и МРГ-18 (А3-12).

Машина модели МРН-25 имеет производительность по паспорту 25 пл. м³/ч, ножей на диске — 16, выход кондиционной технологической щепы составляет 92%. Машина модели МРН-18 имеет производительность 18 пл. м³/ч, ножей — 12, выход щепы достигает 85—90 %. Машины обеих моделей производят щепу длиной 18 мм.

Выпускаются также рубильные машины с плоским диском. Машина модели А3-00 (дезинтегратор) предназначена для дополнительного измельчения щепы крупной фракции, поступающей от сортировок. Производительность этой машины 3—4,5 пл. м³/час, ножей в ней 10, выход кондиционной щепы составляет 60%. Рубильные машины модели МРН-100 и МРН-50 предназначены для рубок и балансов, но на некоторых лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях используются для измельчения отходов лесопиления. Производительность этих машин, соответственно 100 и 50 пл. м³/ч; ножей у них 10.

Полученная на рубильных машинах щепа сортируется по размерным фракциям на установках барабанного вибрационного или гидрационного (с круговым качанием сит в горизонтальной плоскости) типа. Наиболее приемлемыми для лесопильного производства определены гирационные сортировки моделей СЩ-1, СЩ-1М и СЩ-120. Основу устройства составляют три сита, расположенные последовательно по вертикали. Сита имеют отверстия различного размера. На верхнем сите остаются самые крупные куски древесины, на среднем и нижнем — кондиционная щепа двух размерных фракций. Опилки и мелочь проскакивают через все сита и собираются в поддоне под нижним ситом. Крупная щепа отдельным транспортером направляется на пов-

торное дробление, кондиционная щепа — в бункерную галерею для отгрузки; мелочь и опилки — в бункер для опилок.

Производительность сортировок разных марок составляет: СЩ-1—40, СЩ-1М—60 и СЩ-120—120 насыпных кубометров щепы в час. В процессе производства технологической щепы необходимо систематически контролировать ее качество. Для этого на лесопильных заводах создаются специальные лаборатории. При лабораторном анализе определяют породу древесины, качество срезов, фракционный состав щепы, наличие в ней коры, гнили и минеральных примесей, влажность. Кроме анализа, в функции лаборатории входят своевременная информация участков окорки, измельчения и сортировки о результатах анализов, разработка с участием отдела технического контроля мероприятий по устранению брака при производстве щепы, проведение работ, связанных с усовершенствованием существующей, разработкой и внедрением новой техники.

Для транспортирования щепы в пределах предприятия применяют ленточные и скребковые транспортеры или пневмотранспорт. Для междузаводских перевозок щепы применяют автомобильный железнодорожный и водный транспорт. Автомобили-щеповозы имеют саморазгружающиеся кузова емкостью от 12 до 40 м³. На железнодорожном транспорте для перевозки щепы используют обычные и специальные вагоны. Специальные вагоны-щеповозы имеют удобные люки для загрузки и выгрузки, их емкость достигает 140 м³. Для перевозки щепы водным путем используют баржи, лихтеры и специально оборудованные суда, вместимость которых от 250 м³ и более. Загружать и выгружать такие баржи можно при помощи навесных транспортеров, специальных грейферов. Наибольший эффект может дать при погрузке судов пневмотранспорт.

Для кратковременного накопления небольших объемов щепы на лесозаводах при систематической вывозке ее автомобильным или железнодорожным транспортом применяются бункерные галереи. Емкость бункера определяется емкостью кузова транспортного средства. Количество бункеров в галерее устанавливается в зависимости от производственной мощности предприятия, выпускающего технологическую щепу.

На предприятиях, которые не могут отгружать щепу потребителю в течение всего года, оборудуются открытые склады для хранения щепы. Емкость склада зависит от объемов вырабатываемой щепы и от продолжительности навигации. Площадка под склад щепы должна быть на возвышенном месте. Территорию склада очищают, выравнивают и покрывают слоем песка, гравия или шлака. Участок склада, где будет формироваться куча щепы, покрывают асфальтом. На случай осадков для стока воды уровень площадки должен иметь уклон под углом 1—1,5° к линии горизонта. Из лесоцеха на склад щепу подают транспортерами, автотранспортом или пневмосистемой.

Для отбора щепы из куч и погрузки ее в те или иные виды транспортных средств применяют бульдозеры и шнековые установки в сочетании с ленточными или скребковыми загрузочными транспортерами или пневмоустановками.

§ 5. РАСЧЕТ ОБЪЕМА РАБОТ И ПОТРЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Общий объем кусковых отходов лесопиления, которые могут быть переработаны механическим путем на мелкую пилопродукцию или на технологическую щепу, зависит от целого ряда факторов: от производственной мощности предприятия по объему распиливаемого сырья, от размеров распиливаемых бревен, от назначения вырабатываемых пиломатериалов, от качества сырья и т. д. Усредненные данные по количеству горбылей, реек и концов досок для лесопильных заводов различной мощности приведены в табл. 48.

Таблица 48

Объем кусковых отходов на лесозаводах различной мощности

Количество лесорам на предприятии	Годовой объем распиловки, тыс. м³	Отходы, тыс. м³		
		горбыли	рейки	концы досок
2	120	7,2	6,0	4,2
4	240	14,4	12,0	8,4
8	480	28,8	24,0	16,8
12	720	43,2	36,0	25,2

Таблица 49

Соотношение выхода горбылей и реек в зависимости от способа распиловки сырья (% от сырья)

Вид отходов	Способ распиловки		
	вразвал	при 50%-ной брусовке	при 100%-ной брусовке
Горбыли	5—6	6—8	8—10
Рейки	10—13	8—10	5—7
Итого	15—19	14—18	13—17

Соотношение между выходом горбылей и реек меняется в зависимости от способа распиловки сырья, степени обрезки досок, точности подбора бревен перед распиловкой и т. д.

В табл. 49 приведены данные о соотношении выхода горбылей и реек в зависимости от способа распиловки сырья на обрезные доски.

Концы досок, торцы и стульчики составляют 2—4 % от объема распиливаемого сырья. Для определения потребного оборудования на том или ином участке (операции) производственного процесса механической переработки отходов необходимо исходить из объема материала, поступающего на участок (операцию) Q, и из производительности одного станка, выполняющего эту операцию в определенную единицу времени (в минуту, час, смену) (A).

Количество станков на участке (операции) можно определить по уже известной формуле

$$a = \frac{Q}{A}.$$

Производительность станков определяют следующим образом. Торцовочные станки позиционного типа (балансирные, маятниковые и с прямолинейным надвиганием пилы):

$$A = \frac{60T}{t} k \text{ шт. в смену.} \quad (243)$$

Торцовочные станки проходного типа (слешеры, концеравнители):

$$A = \frac{v}{e} Tk \text{ шт. в смену.} \quad (244)$$

Станки для продольной распиловки (обрезные, ребровые, реечные и др.)

$$A = uTk \text{ пог. м/смену.} \quad (245)$$

Рубильные машины

$$A = Tkf\delta nZl \text{ пл. м}^3\text{/смену,} \quad (246)$$

где T — продолжительность смены, мин;
k — коэффициент использования станка;
t — продолжительность обработки одного горбыля или рейки, с;
v — скорость движения цепей несущего транспортера, м/мин;
e — расстояние между упорами, см;
u — скорость подачи, м/мин;
f — габаритная площадь поперечного сечения загрузочного патрона рубильной машины, м^2;
δ — коэффициент заполнения патрона древесиной, равный в среднем 0,5;
n — скорость вращения диска, об/мин;
Z — число ножей на диске;
l — длина щепы, м.

При определении объема работ на станках продольной распиловки следует учитывать, что длина деловой части горбылей и реек, идущей в переработку на мелкую пилопродукцию, составляет 0,5—0,6 длины распиливаемых бревен.

§ 6. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Потоки переработки отходов на обапол и мелкую пилопродукцию характеризуются неоднородностью сырья по размерам и неравномерностью его поступления. Для выравнивания неко-

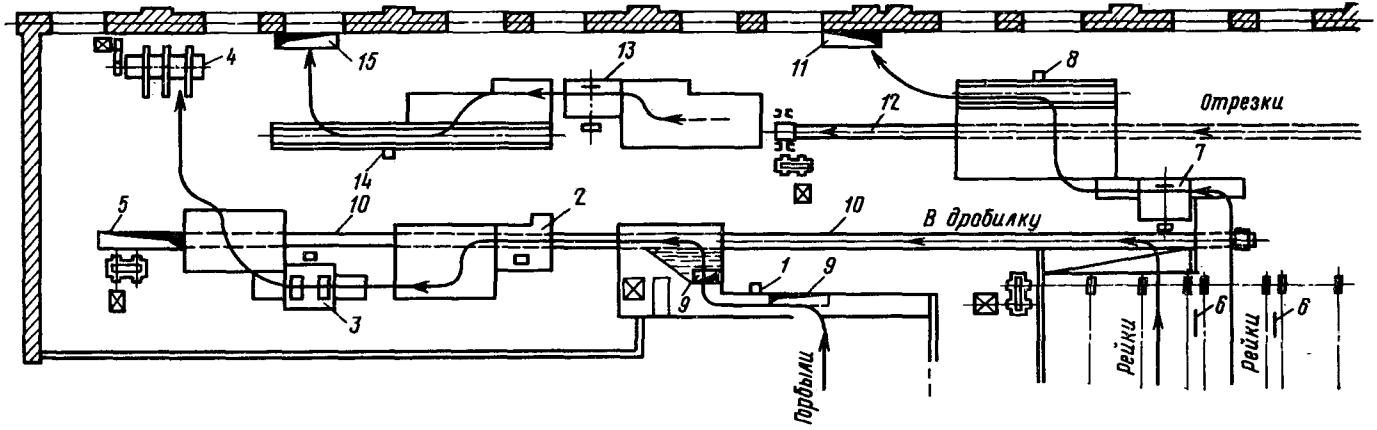


Рис. 182. Схема расположения оборудования в отделении переработки крупных отходов на обапол и мелкую пилопродукцию (по А. Н. Песоцкому):

1, 8, 14 — торцовочные станки; *2* — ребровый станок; *3* — многопильный обрезной станок; *4* — трехпильный концеравнитель; *5* — люк в рубильную машину; *6* — слешерные пилы; *7, 13* — реечные станки; *9* — люк для обапола; *10* — ленточный транспортер для отходов; *11, 15* — люки для готовой продукции; *12* — ленточный транспортер для отрезков и концов досок

торой почти неизбежной асинхронности операций следует при формировании линий предусматривать гибкую связь между станками и возможность размещения межоперационных страховых запасов на буферных площадках, столах, транспортерах. Передача материала от станка к станку целесообразна при помощи непрерывно действующих транспортеров, например ленточных или поперечных цепных, перекрытых настилом. Станки следует располагать последовательно, по ходу технологического процесса со смещением продольных осей.

На рис. 182 приведена примерная схема расположения оборудования в отделении переработки отходов на обапол и мелкую пилопродукцию. В данном отделении имеется три потока. Первый поток переработки горбыля включает торцовочный станок *1*, ребровый станок *2*, многопильный обрезной станок *3* и концеравнитель *4*. На торцовочном станке *1* вырезается обапол-шахтовка, который спускается в люк *9*. Остальная часть горбыля по наклонной плоскости подается к ребровому и обрезному станкам. Далее полученные планки торцуются на точную длину на трехпильном концеравнителе и спускаются в люк *15* на нижний этаж на сортировку и укладку. Отходы ленточным транспортером *10* подаются в люк рубильной машины *5*. Второй поток по переработке рейки начинается торцовкой длинной рейки на три части слешерными пилами *6*. Неделовая (тонкая) часть рейки сбрасывается автоматически на транспортер *10* и идет в рубильную машину *5*, а деловые отрезки рейки передаются на реечный станок *7*, затем на торцовочный станок *8*. Готовая продукция спускается через люк *11* в нижний этаж на сортировку и укладку. В третьем потоке переработки отрезков и концов досок установлены станки реечный *13* и торцовочный *14*. Готовая продукция спускается в люк *15*.

Переработка кусковых отходов в технологическую щепу организуется на автоматизированных поточных линиях, включающих в себя современное высокопроизводительное оборудование для измельчения древесины, сортировки щепы, применение специализированного транспорта и механизированных процессов накопления и складирования щепы. Существует несколько вариантов организации процесса производства технологической щепы из отходов лесопиления. Участки производства щепы чаще всего организуют непосредственно в лесопильном цехе. В зависимости от общецеховой планировки оборудования этот участок может находиться в конце, в середине, в начале нижнего этажа цеха или в отдельной пристройке, примыкающей к цеху. На крупных предприятиях оборудование по производству щепы целесообразнее размещать в отдельном помещении (цехе).

На рис. 183 приведена схема компоновки оборудования в потоке выработки щепы из отходов лесопиления и деревообработки. Отходы ленточным транспортером *1* подаются в рубиль-

ную машину *3*. Перед загрузочным патроном машины на расстоянии не менее 4 м установлен металлоискатель *2*. Щепа от рубильной машины через траншею в фундаменте попадает на транспортер *4* и направляется на сортировочное устройство *6*. Над приемным лотком сортировки смонтирован щелевой дозатор *5*, который позволяет загружать сортировку равномерным слоем щепы по всей ширине верхнего сита и исключает перегрузку машины. В процессе сортировки крупная щепа с верхнего сита ссыпается на транспортер *8* и направляется на вто-

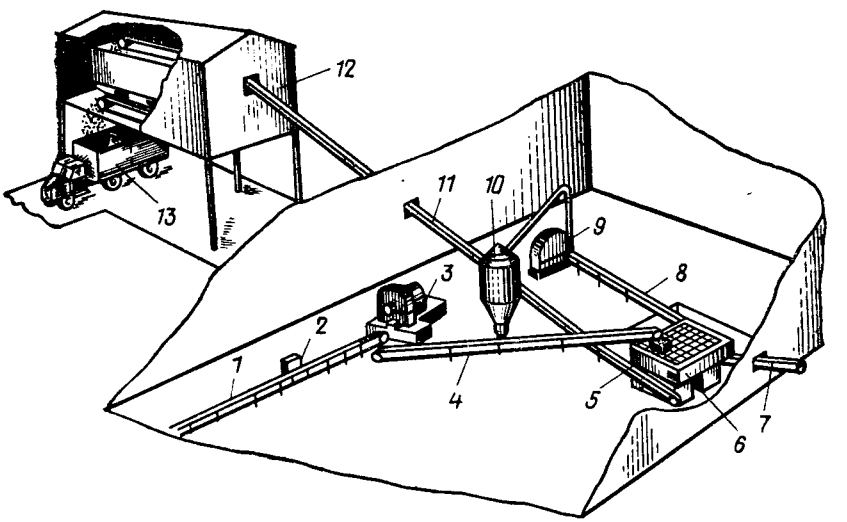


Рис. 183. Схема компоновки оборудования в производстве щепы из отходов лесопиления и деревообработки (ЦНИИМОД):

1 — ленточный транспортер; *2* — металлоискатель; *3* — рубильная машина; *4* — транспортер; *5* — дозатор; *6* — сортировка щепы; *7* — транспортер для опилок и мелочи; *8* — транспортер; *9* — дезинтегратор; *10* — циклон; *11* — транспортер; *12* — бункерная галерея; *13* — погрузка в кузов автомашины

ричное измельчение на дезинтеграторе *9*. Вторично измельченная щепа по пневмопроводу поступает в циклон *10*, откуда ссыпается на транспортер *4*. Кондиционная щепа, сходящая со второго и третьего сит сортировки, транспортером или пневмосистемой *11* подается в бункерную галерею *12* для отгрузки в тот или иной вид транспорта. Мелочь и опилки, проскочившие через все три сита сортировки, удаляются из цеха транспортером *7* и ссыпаются в бункер или в топки котельной установки.

Количество рубильных машин и сортировочных устройств, а следовательно, число поточных линий, на участке производства щепы зависит от объема выработки предприятием технологической щепы. Примером рациональной организации технологического процесса переработки отходов лесопиления на технологическую щепу для целлюлозно-бумажной промышленности

может служить Кировский деревоперерабатывающий комбинат. Он вырабатывает более 35 тыс. м³ щепы в год. Схема производства технологической щепы на комбинате представлена на рис. 184. Горбыли от четырех лесопильных рам сбрасываются со второго этажа цеха по наклонным плоскостям на сборный ленточный транспортер *1*. Оттуда они поступают на ленточный загрузочный транспортер рубильной машины *2*, которая разме-

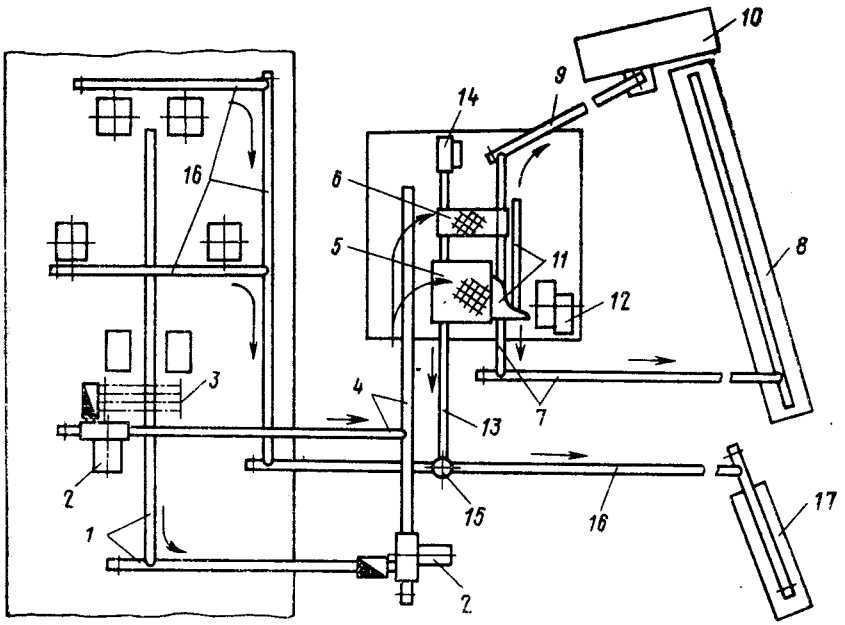


Рис. 184. Технологическая схема производства щепы на Кировском деревообрабатывающем комбинате:

1 — сборный ленточный транспортер для отходов; *2* — рубильные машины; *3* — поперечный цепной транспортер для реек; *4* — скребковые транспортеры; *5, 6* — сортировочные устройства для щепы; *7, 9* — транспортеры для кондиционной щепы; *8* — бункерная галерея; *10* — отгрузочная площадка; *11* — транспортер для крупной щепы; *12* — дезинтегратор; *13* — пневмопровод для мелких отходов и опилок; *14* — центробежный вентилятор; *15* — циклон; *16* — транспортер; *17* — бункер

щается вне лесопильного цеха в отдельном помещении. На загрузочный транспортер поступают также концы и торцы досок от торцовочных станков. Рейки от обрезных станков спускаются на поперечный цепной транспортер *3* и подаются в рубильную машину *2*, расположенную в нижнем этаже лесоцеха. Щепа от обеих рубильных машин скребковыми транспортерами *4* направляется на сортировочные устройства *5* и *6*. Кондиционная щепа из сортировок транспортерами *7* подается в бункерную галерею *8*, откуда она загружается в железнодорожные вагоны, или транспортером *9* на отгрузочную площадку *10*. Крупная щепа из сортировок отводится транспортером *11* на

вторичное измельчение в дезинтегратор *12*. Мелочь и опилки с сортировок пневмосистемой *13* через циклон *15* подаются на транспортер *16* и в бункер *17*. Сюда же поступают опилки из лесоцеха.

§ 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

В производственном процессе переработки кусковых отходов на обапол и мелкую пилопродукцию основным оборудованием являются круглопильные станки для поперечного и продольного раскроя. При работе на станках должны соблюдаться общие правила по технике безопасности, которые уже освещены в предыдущих главах учебника.

В процессе переработки отходов на технологическую щепу применяется сравнительно сложное по конструкции оборудование. Оно требует тщательной выверки и наладки во время монтажа и перед пуском, систематического контроля, а также наблюдения во время работы и в перерывах. Большое значение имеет своевременная замена режущих ножей и контрножей рубильных машин, а также чистка сит и поддонов сортировочных устройств. Загрузочные и отборочные транспортеры должны быть сблокированы с рубильными машинами и сортировками. При отключении или поломке станка должны автоматически отключаться загрузочные транспортеры. До включения отборочных транспортеров не должны включаться основные станки.

Перед загрузочным патроном рубильной машины должно быть предусмотрено ограждение, предохраняющее рабочих от ударов подаваемыми отходами. При забивании загрузочного патрона отходами разрядку необходимо производить с помощью специального деревянного приспособления. Необходимо следить за исправностью металлоискателей, предохраняющих рубильную машину от поломок. Пробы для лабораторного анализа следует отбирать при полной остановке транспортера. Рабочие, обслуживающие участок выработки щепы, должны работать в коротких куртках.

Кроме перечисленных требований на участке должны соблюдаться общие правила по технике безопасности.

Глава 15. ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ГЕНЕРАЛЬНОМ ПЛАНЕ

§ 1. СОСТАВ ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В состав *лесопильно-деревообрабатывающих предприятий* входят основные и вспомогательные цехи. К основным относятся рейды, лесопильные с сортировочной площадкой, окорочные, сушильные, строгальные, раскройно-клеильные цехи, цехи переработки отходов, склады сырья и готовой продукции. К вспомогательным относятся пилоточный, ножеточный, ремонтно-механический, энергетический цехи, цех межцехового и внешнего транспорта, склады топлива и материалов. В состав лесопильного предприятия входят также административно-хозяйственные службы, столовая, пожарное депо, проходные конторы и т. д., а в отдельных случаях и жилые дома. Состав основных и вспомогательных цехов и служб зависит от размеров, профиля и условий производства того или иного предприятия. Основные цехи были достаточно подробно рассмотрены в предыдущих главах. Представляет интерес краткая характеристика вспомогательных цехов [1].

Пилоточный и ножеточный цехи. В зависимости от степени развития деревообработки на лесопильно-строгальном предприятии пилоточный и ножеточный цехи могут существовать раздельно, но могут быть и объединены. Оборудование и приспособления этих цехов состоят из заточных станков и автоматов, приспособлений и заточного инструмента для подготовки дереворежущего инструмента к работе и контрольно-измерительного инструмента для проверки качества подготовки или установки инструмента.

Пилоточный цех обычно оборудуют пилоточными автоматами для рамных и круглых пил, вальцовочными станками для вальцовки полотен рамных пил, плющильными автоматами, станками для фуговки зубьев пил, наковальней для проковки и правки пил, пилоштампами для насечки зубьев, станками для зажима пил при их разводе, иногда аппаратами для спайки ленточных пил и некоторыми другими инструментами и приспособлениями для выверки пил, выпиливания и проверки межпильных прокладок, приклепки планок к пилам и т. д. Кроме того, в пилоточном цехе обычно есть верстаки со слесарными тисками. В ножеточном цехе устанавливают оборудование для заточки и подготовки инструмента деревообрабатывающих цехов. Таким

[1] Подробно вспомогательные цехи рассматриваются в курсах: «Станки и инструменты» и «Проектирование деревообрабатывающих предприятий».

оборудованием являются автомат для заточки ребровых и столярных ленточных пил, автомат для развода или плющения и формования зубьев, проковочная наковальня, выверочная плита, штамп с ножницами, электропаяльный пресс, различного рода вспомогательный и мерительный инструмент и приборы, автомат для заточки строгальных ножей, весы для взвешивания ножей, балансирные весы, автоматы для заточки насадных фрез, концевых фрез, ножевых головок, заточной станок для сверл и фрезерных цепей и т. д.

Пилоточный (пилоставный) цех размещают обычно в лесопильном цехе вблизи лесопильных рам, чтобы путь подноски пил к рамам был наименьшим. Ножеточный цех располагают в одном из деревообрабатывающих цехов. Помещение пилоточного и ножеточного цехов должно быть светлым и достаточно просторным. Удельная проектная площадь на единицу оборудования соответствует в среднем 8—12 м².

Автоматы для заточки инструмента следует устанавливать в один ряд для удобства обслуживания их, устройства привода и отсасывания пыли. Рабочие места должны быть оснащены специальными шкафчиками для хранения контрольно-измерительного инструмента, вспомогательных материалов и документации. Для хранения инструмента необходимы специальные устройства, расположенные вблизи рабочего места. Для приемо-раздаточной кладовой должно быть отведено отдельное помещение.

Ремонтно-механический цех. Ремонтно-механический цех предназначен для производства всех видов ремонта оборудования. Состав и количество станков, подлежащих установке в механическом цехе, определяется в зависимости от величины предприятия. Для четырехрамного лесопильного завода примерный комплект оборудования ремонтно-механического цеха состоит из двух-трех токарных станков по металлу, одного горизонтально-фрезерного станка, одного поперечно-строгального станка, иногда одного продольно-строгального станка, двух-трех сверлильных и двух точильных станков. Кроме того, должны быть верстаки с тисками из расчета одно-два рабочих места на каждую установленную лесопильную раму. В состав ремонтно-механического цеха входят также шорная мастерская для подготовки и сшивки приводных ремней, электромеханическая — для ремонта электрооборудования, кузница и, иногда, литейная.

Энергетические цехи. К энергетическим цехам относятся следующие: котельная, снабжающая паром силовые установки, отопление бассейна, сушилок и помещений; электростанция, снабжающая завод силовой и световой электроэнергией; машинное отделение, дающее механическую энергию непосредственно в лесопильный цех или на электростанцию. Размер и мощность этих цехов зависят от мощности предприятия и способа получения силовой энергии (паровые машины или турбины, получение электроэнергии частично или полностью со стороны и т. д.).

§ 2. ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ГЕНЕРАЛЬНОМ ПЛАНЕ

Все основные и вспомогательные цехи предприятия взаимосвязаны в работе. Поэтому неполадки в одном из них могут привести к нарушениям ритма работ в остальных. Например, несвоевременная подача бревен для распиловки со склада сырья или неудовлетворительная работа пилоточного цеха может привести к простоям лесопильного цеха. В свою очередь неполадки в работе лесопильного цеха могут вызвать перебои в работе сушильного и других цехов. Для предупреждения таких перебоев объемы работ каждого цеха должны быть согласованы и технические средства для их выполнения должны быть определены с необходимой точностью.

Согласованная и бесперебойная работа основных цехов в значительной степени зависит от характера движения материалов из цеха в цех, который может быть непрерывным или прерывным. В этом случае последние операции по обработке материалов в одном цехе и первые операции в другом будут смежными и между ними в зависимости от характера движения материалов требуется создание межоперационных или страховых запасов. Для хранения этих запасов необходимы соответствующие площади, размер и организация работ на которых должны учитываться при проектировании предприятий. Связи между видами межцехового движения материалов и размещением цеховых зданий и сооружений на генеральном плане можно проследить на работе склада сырья лесопильного и сушильного цехов. При водной доставке сырье поступает на склад только в летний период, а подается в лесопильный цех в течение всего года. Движение пиловочного сырья на участке склад — лесопильный цех прерывное, и на складе неизбежно образуются большие межоперационные запасы сырья, ожидающего обработки.

Межоперационные запасы создаются между лесопильными и сушильными цехами. Распиловка сырья на пиломатериалы в лесопильном цехе осуществляется по принципу непрерывного потока. Пиломатериалы поступают из лесопильного цеха на сортплощадку, а оттуда в сушильный цех равномерно, а погружают их на треки партиями в короткие сроки. Поэтому между лесопильным и сушильным цехами неизбежно возникают межоперационные запасы, для хранения которых также необходимы соответствующие площади. Проектными организациями не всегда учитываются особенности межцехового движения материалов, вследствие чего площади, выделяемые для их накопления, оказываются недостаточными, и это приводит к перебоям в работе смежных цехов.

Взаимное расположение всех зданий, сооружений и площадок для накопления межоперационных запасов на генеральном плане решается комплексно, с учетом мероприятий, обеспечивающих

удешевление строительства и нормальную эксплуатационную деятельность проектируемого предприятия. На генеральном плане предприятия наносят места строительства зданий и сооружений промышленной площадки, зеленых насаждений и т. п.

Расположение всех производственных зданий и сооружений, а также складского хозяйства должно быть запроектировано в полном соответствии с поточностью, принятой для технологического процесса. Грузовые потоки между собой не должны пересекаться, и движение их не должно носить петлеобразного характера. Движение людских потоков должно быть запроектировано по возможности без пересечений с грузовыми потоками. Кроме того, должны быть соблюдены противопожарные и строительные правила (разрывы между зданиями, размеры дорог, соответствующее расположение поселка, управления, столовой и т. д.).

Взаимное расположение всех зданий и сооружений в отношении стран света должно быть таким, чтобы естественные условия освещенности были максимально использованы. Лучше всего продольные оси всех зданий располагать по направлению господствующих ветров, а склад пиломатериалов — в том направлении, которое характеризуется наименьшими векторами розы ветров. Котельные следует располагать так, чтобы дым от них не шел по направлению к жилым поселкам.

В лесопильном производстве большое значение имеет расположение складов сырья, пиломатериалов, топлива, так как на них сосредоточивается большое количество древесины, являющейся громоздким, тяжелым и горючим материалом. Если завод расположен на реке, то доставка сырья и отправка готовой продукции осуществляется, как правило, водным путем. В этом случае склад следует располагать по течению реки выше завода, а склад пиломатериалов — ниже завода. Места приемки и сортировки сырья должны быть отделены от мест отгрузки пиломатериалов.

Склад топлива должен находиться между лесопильным цехом и котельной, чтобы топливо (отходы) из лесопильного цеха было удобно подавать как на склад топлива, так и в котельную, а также со склада в котельную.

Сушильный, раскройно-клеильный и строгальный цехи должны быть расположены поблизости один к другому, так как в работе они тесно связаны между собой. Паровая сушилка должна быть расположена по возможности ближе к котельной, во избежание больших потерь при передаче пара.

Заводоуправление, столовую, проходную контору располагают так, чтобы вход в эти помещения был возможен из внезаводской территории. Жилой поселок необходимо располагать выше завода по течению реки, чтобы сточные заводские воды не проходили мимо него.

Примерная схема генерального плана лесопильно-деревообрабатывающего предприятия приведена на рис. 185. Предприя-

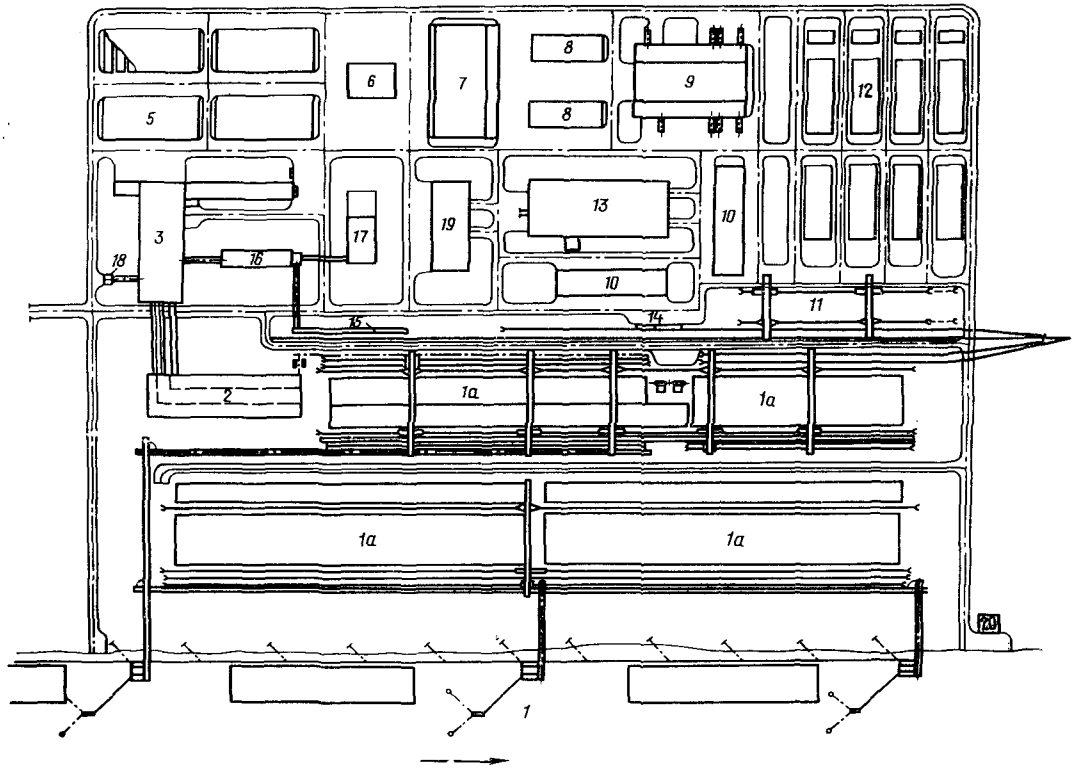


Рис. 185. Схема генерального плана лесопильно - деревообрабатывающего предприятия (Гипродрев):

1 — рейд; *1а* — склад сырья; *2* — бассейн; *3* — лесопильный цех; *4* — установка антисептирования пиломатериалов; *5* — буферный склад сырых пиломатериалов; *6* — пакетоформировочная машина; *7* — сушильный блок; *8* — буферный склад сухих пиломатериалов; *9* — торцовочно-сортировочная установка; *10* — склад сухих пиломатериалов; *11* — погрузочная площадка для пиломатериалов; *12* — склад хранения и сушки пиломатериалов; *13* — ДОЦ; *14* — погрузочная площадка ДОЦа; *15* — бункерная галерея для щепы; *16* — склад отходов; *17* — котельная; *18* — установка для сушки и сжигания коры; *19* — блок вспомогательных служб; *20* — такелажный склад

тие перерабатывает 350 тыс. м³ пиловочного сырья в год. Выпускает пиломатериалы, черновые заготовки и технологическую щепу. Производственный процесс протекает следующим образом. Сырье поступает на завод сплавом по реке. На рейде *1* плоты размолевывают, пучки рассыпают и бревна выгружают продольными элеваторами на склад сырья *1 а*. На складе сырье сортируют с помощью продольных цепных транспортеров. Часть сырья укладывают в штабеля (на зимний запас) консольно-козловыми кранами. Другая часть подается непосредственно в распиловку через бассейн *2*. Из бассейна бревна подают в 6-рамный лесопильный цех *3*, в передней части которого установлены окорочные станки.

К лесопильному цеху пристроена сортировочная площадка для пиломатериалов. Вблизи сортплощадки размещена установка *4*, для антисептирования пиломатериалов. Пиломатериалы, подлежащие камерной сушке, с сортплощадки направляются на буферный склад *5*, затем на пакетоформировочную машину *6* и в сушильный блок *7*. После сушки пиломатериалы накапливаются на буферном складе *8*. Отсюда пиломатериалы одного сечения большими партиями проходят торцовку и сортировку по длине и назначению на торцовочно-сортировочной установке *9*.

Пиломатериалы, подлежащие естественной сушке, после антисептирования автолесовозами отвозятся на открытый склад пиломатериалов *12*, где укладываются в пакетные штабеля. Перед отправкой потребителю пиломатериалы также проходят торцовку и сортировку на установке *9*. Готовые к отгрузке товарные пиломатериалы помещаются в крытый склад *10*, отсюда они грузятся в железнодорожные вагоны с погрузочной площадки *11*, оборудованной консольно-козловыми кранами.

Пиломатериалы, предназначенные для переработки на заготовки, после сортировки и сушки поступают в деревообрабатывающий цех *13* (ДОЦ). Готовую продукцию ДОЦ отгружают с погрузочной площадки *14* в автотранспорт или непосредственно в железнодорожные вагоны.

Между лесопильным цехом *3* и котельной *17* размещен склад древесных отходов (щепы и опилок) *16*. Со склада отходов технологическая щепа подается в бункерную галерею *15* и на отгрузку. Слева от лесопильного цеха расположена установка *18* для сушки и сжигания коры. Блок вспомогательных цехов (РМЦ, гараж, склад техноматериалов) *19* размещен между котельной и ДОЦ. На берегу имеется помещение для такелажного склада *20*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание данного учебника полностью соответствует программе современного курса «Технология пиломатериалов». Работа над этим предметом требует глубокого изучения сопутствующих дисциплин, таких как древесиноведение, станки и инструменты, проектирование деревообрабатывающих предприятий и др. Приобретенные знания послужат основой для творческой деятельности молодых специалистов, которым предстоит решение проблем комплексного использования пиловочного сырья, удовлетворения потребности в пиломатериалах, повышения производительности труда и всемерной механизации и автоматизации лесопильного производства.

Комплексное использование пиловочного сырья на лесопильных предприятиях с течением времени приобретает все большее значение, так как представляет главный путь рационального использования древесины. Главным звеном комплексного использования древесины служит правильный раскрой, чему в учебнике уделено должное внимание. Вторым звеном является использование отходов, которые возникают на разных этапах производства пиломатериалов, начиная с рубок леса и кончая лесопильным цехом.

Будет уместным заметить, что на мелких лесопильных предприятиях отходы используются недостаточно рационально. Это можно объяснить тем, что лесопилением занимаются большие и малые предприятия, принадлежащие различным ведомствам. Естественно, что тысячи мелких лесопильных предприятий не могут сами перерабатывать свои отходы. Причиной тому служат незначительные объемы отходов. Следовательно, последние необходимо перевозить на другие отдаленные предприятия, что крайне невыгодно. Поэтому и назревает проблема кон-

центрации лесопиления. Это позволит существенно повысить технический уровень лесопильного производства, так как все мелкие предприятия используют малопроизводительную технику. Производительность труда на них примерно в 3—3,5 раза ниже, чем на вновь созданных крупных лесопильных предприятиях с высокопроизводительным оборудованием. Концентрация лесопиления позволит приблизить заводы к сырьевым базам, сократить и полностью устранить перевозки пиловочника на дальние расстояния.

Комплексное использование сырья на лесопильных заводах — это лишь часть общей проблемы использования малоценной древесины.

В переработку следует вовлечь и древесину, получаемую от рубок ухода и на лесозаготовках. Поэтому за последнее время в нашей стране и во многих других странах наблюдается объединение лесопильных предприятий с предприятиями переработки отходов, в целом составляющих единый комплекс. В состав последних должна входить лесосырьевая база постоянного пользования, лесозаготовительные предприятия и предприятия по переработке всей древесины, в том числе и от рубок ухода, а также отходы, получаемые при лесозаготовках и лесопилении.

Развитие лесопильного производства в составе лесопромышленных комплексных предприятий устранит многие ненужные перевалочные и транспортные операции. На комплексные предприятия сырье может поставляться непосредственно с лесосырьевой базы, минуя нижние склады леспромхозов. При круглогодовой поставке сырья отпадает необходимость создания больших складов для зимнего хранения сырья (на 6—7 месяцев) и запасы его могут быть ограничены потребностью на месяц. При этом устранится порча сырья, которая бывает неизбежной при длительном хранении. В процессе лесопиления кусковые отходы, переработанные в щепу, могут подаваться по внутризаводской сети пневмотранспортом непосредственно в цехи выработки целлюлозы, древесных плит и других лесопродуктов, отпадет необходимость транспортировки отходов (щепы) на большие расстояния. В результате этого будут создаваться экономически благоприятные условия для наиболее полного использования отходов, получаемых при лесопилении и лесозаготовках, а также маломерной древесины от рубок ухода.

Большим резервом для улучшения всех показателей лесопиления является выработка и поставка пиломатериалов по спецификациям потребителей. В настоящее время выработка пиломатериалов по спецификациям потребителей производится главным образом на экспорт и для некоторых отраслей машиностроения. Основная масса выпускаемых пиломатериалов относится к так называемым обычным пиломатериалам, не отвеча-

ющим требованиям потребителей по размерам и качеству. Использование таких пиломатериалов потребителями приводят к большим отходам в процессах их последующей переработки. Поэтому в дальнейшем лесозаводы будут решать проблему выработки и поставки пиломатериалов к потребителям только по их спецификациям. Для этого необходимо: сортировать и распиливать бревна по поставу, составленному, по крайней мере, по одному четному диаметру при отклонениях от него не более чем ± 1 см; сортировать сырье перед распиловкой не только по диаметру, но и по качеству минимум на две-три качественные группы; рассортированное сырье пилить по раздельным поставам в соответствии с планом раскроя.

Учитывая важность выработки и поставки пиломатериалов потребителям по их спецификациям, на лесопромышленных комплексных предприятиях необходимо предусматривать создание достаточных технических средств для осуществления сортировки пиловочного сырья по размерам и качеству, что существенно может повысить выработку пиломатериалов по спецификациям. Однако эти меры не исключат частичное получение пиломатериалов низкого качества, которые не отвечают требованиям потребителей. Пиломатериалы низкого качества выгодно перерабатывать на клееные заготовки и панели. Для этого на лесопромышленных комплексных предприятиях целесообразно создавать специализированные цехи. Такой цех может быть в составе раскроечных и клеильных отделений (цехов), которые будут вырабатывать клееные спецификационные пиломатериалы.

Концентрация лесопиления создает необходимые условия для механизации и автоматизации производства, организации автоматических систем.

Средства производства также должны претерпеть коренные изменения. Работа по их изменению и совершенствованию исключительно важна. Нет сомнения, что существующие способы деления древесины пилами, с измельчением большого ее количества в опилки будут заменены способами машинного безопилочного деления, что повысит точность размеров получаемой продукции, качество обрабатываемых поверхностей, уменьшит припуски на строжку и отходы древесины в стружку при выработке чистовых деталей.

Улучшение природных свойств древесины пока еще не вошло в задачу лесопильных предприятий. Древесина, как природный полимер, легко обрабатывается и обладает высокими физико-механическими свойствами, но у нее имеются и свои недостатки: в неблагоприятных условиях эксплуатации древесина легко разрушается грибами, требует защиты от огня. Эти недостатки могут быть устранены путем специальной пропитки, которая также позволит улучшить ее прочностные характеристики.

В век развития большой химии и создания синтетических полимеров заданных характеристик введение таких полимеров в поры древесины сделает ее одним из самых дешевых, прочных и долговечных материалов, пригодных для работы в разнообразных условиях.

Перечисленные здесь проблемы не исчерпывают всех вопросов совершенствования процессов переработки древесины. Постановка их вызвана недостатками в современных производственных процессах. В решении этих и вновь возникших больших и малых проблем огромная роль принадлежит инженерно-техническим и научным кадрам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аксенов П. П.** Технология пиломатериалов. М., 1963. 567 с.
2. **Аксенов П. П.** Теоретические основы раскроя пиловочного сырья. М.—Л., 1960. 216 с.
3. **Аксенов П. П.** Организация производственного потока в деревообработке. М., 1939. 128 с.
4. **Анучин Н. П.** Лесная таксация. М., 1960. 530 с.
5. **Анучин Н. П.** Влияние пороков на сортность хвойных пиломатериалов.— «Лесная индустрия», 1935, № 5, с. 34—37.
6. **Аникин И. В.** Показатели использования оборудования в лесопильном производстве. Л., 1965. 62 с.
7. **Батин Н. А., Лахтанов А. Г., Бруевич Ю. А.** Поставы на распиловку бревен. М., 1966. 104 с.
8. **Бокщанин Ю. Р., Мишин В. А.** Подготовка пиловочного сырья к распиловке. М., 1966. с. 76.
9. **Бокщанин Ю. Р.** Пути расширения переработки и потребления лиственницы. Свердловск, 1962. 108 с.
10. **Бершадский А. Л.** Справочник по расчету режимов резания. М., 1962. 124 с.
11. **Варакин Ю. М.** Автоматизация лесопильного производства. М., 1970. 256 с.
12. **Власов Г. Д., Куликов В. А., Родионов С. В.** Технология деревообрабатывающих производств. М., 1960. 566 с.
13. **Грачев А. В.** Механизация и автоматизация трудоемких операций в лесопильном производстве. М., 1961. 432 с.
14. **Горбачева Л. Н.** К вопросу распределения сучков на поверхности сосновых бревен. М.— «Научные труды МЛТИ», 1973, выпуск 56, с. 27—34.
15. **Гутерман М. Н.** Основные вопросы теории первичного раскроя древесины на лесозаводах. М., 1950. 24 с.
16. **Пиломатериалы,** заготовки, деревянные детали.— В кн.: «Государственные стандарты СССР», М., 1972. 392 с.
17. **Долгов А. И.** Производство и применение клееных панелей из коротких досок в Канаде. М., 1958. 26 с.
18. **Дьячков Ю. А., Костылева Н. Н.** Работа на складе сырья лесозавода. М., 1970. 64 с.
19. **Деревообрабатывающее** оборудование в СССР. Под ред. Н. К. Якунина. М., 1970. 376 с.
20. **Елуков А. П., Щеглов В. Ф.** Подготовка и погрузка пакетированных пиломатериалов. М., 1969. 104 с.
21. **Елькин Г. А.** Раскрой сосновых бревен на палубно-шлюпочные материалы. М., 1957. 42 с.
22. **Залгаллер В. А.** Новое в составлении поставов на распиловку бревен. Л., 1956. 64 с.
23. **Иванов В. Д., Щеглов В. Ф.** Укладка, хранение, погрузка пиломатериалов. М., 1970. 70 с.
24. **Инструкция** по организации и механизации работ на складе пилома-

териалов и погрузочно-разгрузочных участках на базе пакетного метода. Архангельск, ЦНТП, 1970. 50 с.

25. **Инструкция** по нормированию расхода пиловочного сырья на производство пиломатериалов. Архангельск, 1971. 100 с.

26. **Калитиевский Р. Е.** Проектирование лесопильных потоков. М., 1972. 184 с.

27. **Калитиевский Р. Е., Фаллер А. Н.** Браковка и сортировка продукции лесопиления и деревообработки. М., 1971. 270 с.

28. **Калитиевский Р. Е., Юдин С. Б., Шевелев Л. Е.** Оборудование и технологические процессы ленточнопильных потоков. М., 1962. 150 с.

29. **Комарова Л. С.** Технико-экономические показатели устройства и эксплуатации полов. М., 1971. 21 с.

30. **Кожевников И. П.** К вопросу изучения качества древесины с целью увеличения выхода заготовок.— «Научные труды МЛТИ», 1973, вып. 56, с. 35—36.

31. **Косовский Г. Н., Петруша А. К.** Опыт эксплуатации автоматических линий в деревообработке. М.— Л., 1960. 78 с.

32. **Кислый В. В.** Оценка качества лиственничных материалов.— «Механическая обработка древесины», 1969, № 9, с. 15—16.

33. **Колобова М. В., Цыкин Б. С.** Влияние качества древесины сосновых бревен на сортность пиломатериалов.— «Лесная промышленность», 1954, № 4.

34. **Крутиков Н. С.** Механизация транспортных операций в лесопилении, М., 1972, с. 29—30.

35. **Ландсберг Г. Г., Фишер Л. Л., Фишман Дж. Л.** Ресурсы США в будущем. М., 1965. 564 с.

36. **Лапин Г. П.** Некоторые итоги изучения размерно-качественных особенностей соснового сырья и планирования его раскроя на Игорском ЛПК за 1969—1971 гг.— «Труды МЛТИ», 1973, вып. 56, с. 16—26.

37. **Лозинский В. М.** Деление сосновых бревен на группы в зависимости от количества сучков и их распределения. М., 1947, с. 30—40.

38. **Лурье Л. З.** Автоматизированная линия агрегатной переработки бревен.— «Деревообрабатывающая промышленность». 1970, № 7, с. 3—5.

39. **Манжос Ф. М.** Деревообрабатывающие станки. М., 1962. 673 с.

40. **Молчанов Г. Е.** Качество соснового пиловочника, поступающего на Архангельские лесозаводы, по Северной Двине.— «Мех. обраб. древесины», 1940, № 2, с. 14—20.

41. **СССР** в цифрах в 1973 году. М., 1974. 223 с.

42. **Ненароков В.** Советский лесоэкспорт в Японию. М., 1933. 130 с.

43. **Непорент О. И.** Технические основы календарного движения производства. М., 1933. 413 с.

44. **Организация** производства на промышленных предприятиях США. М. 1960. 475 с.

45. **Попов Н. А.** Посортные и сортиментные выходы пиломатериалов из сосновых и еловых бревен, М., 1955. 39 с.

46. **Попов Н. А. и др.** Производство заготовок. М., 1969. 320 с.

47. **Песоцкий А. Н.** Лесопильное производство. М., 1970. 432 с.

48. **Песоцкий А. Н.** Проектирование лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. М., 1966. 352 с.

49. **Пушкин Ю. А.** и др. Щепа из отходов лесопиления. М., 1971. 167 с.

50. **Правила** техники безопасности и производственной санитарии в деревообрабатывающей промышленности. М., 1971. 240 с.

51. **Петровская М. Н.** Перспективы развития лесопильной и деревообрабатывающей промышленности. М.—Л., 1960. 126 с.

52. **Слуцкин Г. Г.** Справочник мастера лесозавода. М., 1955. 180 с.

53. **Симсон И. И.** Техника безопасности и противопожарная техника в деревообрабатывающей промышленности. М., 1972. 230 с.

54. **Стоев Г. И.** Определение максимального выхода пиломатериалов. М., 1961. 64 с.

55. **Соболев И. В.** Оптимизация раскроя пиловочного сырья. М., 1971. 37 с.

56. **Соболев И. В.** Автоматизация управления лесопильным производством. Петрозаводск, 1972. 80 с.

57. **Титков Г. Г.** Основы теории *максимальных поставов.*— «Мех. обраб. древесины», 1939, № 3—4, с. 33—40.

58. **Титков Г. Г.** Теоретические основы наивыгоднейшего объемного использования пиловочных бревен. Реферат на соискание ученой степени канд. техн. наук. ЛТА, 1953. 20 с.

59. **Титков Г. Г.** Краткое руководство *по составлению и расчету поставов.* М., 1955. 49 с.

60. **Тюкина Ю. П.** Исследование выхода специальных материалов в зависимости от размеров и качества соснового пиловочного сырья.— Инф. листок ЦНИИМОД, 1954, № 8/145. 15 с.

61. **Тюкина Ю. П., Кислый В. В.** *Оценки качества лиственничных* пиломатериалов и заготовок по насыщенности их сучками.— «Деревообрабатывающая промышленность», 1970, № 4, с. 9—10.

62. **Тюрин А. В.** Таксация леса. М., 1945. 376 с.

63. **Федоров Н. А., Борзый А. В. и др.** Линия для переработки бревен на базе станков с *торцово-коническими фрезами.*— «Механ. обраб. древесины», реферативная информация № 8, 1973, с. 6—7.

64. **Фельдман Х. Л.** Система максимальных поставов. М., 1932. 276 с.

65. **Фишкина Ф. Л.** Технология и оборудование цехов раскроя пиломатериалов. М., 1965. 71 с.

66. **Шалаев В. С.** *Технология лесопильно-деревообрабатывающего* производства.— Сборник трудов МЛТИ, 1974. с. 10—25.

67. **Шапиро Д. Ф.** Лесопильно-строительное производство. М., 1935. 507 с.

68. **Хлыстов М.** Лесопиление в Японии.— «Лесопромышлен. дело». 1930, № 4, с. 299—303.

69. **Якунин И. К.** *Распиловка тонкомерного* леса на многопильных круглопильных станках. М., 1960. 84 с.

70. **Васильев П. В.** Организация производства на деревообрабатывающих предприятиях. М.— Л., 1947, с. 570.

71. **Вакин А. Т.** Хранение круглого леса. М., 1964. 428 с.

72. **Рейнберг С. А.** *Складское хозяйство.* М.— Л., 1958. 388 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Введение 4
Глава 1. **Продукция лесопильного производства** 7
§ 1. Общая характеристика продукции 7
Требования к пиломатериалам 7
Характеристика пиломатериалов 8
§ 2. Стандартизация размеров и качества пиленой продукции 11
Глава 2. **Сырье для выработки пиленой продукции** 17
§ 1. Формы пиловочных бревен и методы определения их объемов . . 17
§ 2. Сбег бревен 21
§ 3. Размеры и обмер бревен 23
§ 4. Общие закономерности распространения пороков в бревнах . . . 24
§ 5. Стандартизация пиловочного сырья 27
Глава 3. **Основы теории раскроя пиловочного сырья** 29
§ 1. Понятия о процессах раскроя 29
§ 2. Способы раскроя и понятие о поставах на распиловку бревен . . 31
§ 3. Предмет теории раскроя пиловочного сырья и основные этапы ее развития 35
§ 4. Потери и отходы древесины, зависящие и не зависящие от поставов, и критерий их рациональности при выработке пиломатериалов заданных размеров 42
§ 5. Выработка пиломатериалов развальным способом 47
Размеры ширины и длины необрезных досок 47
Оптимальная длина и ширина обрезных досок при развальном способе раскроя бревен 50
Пифагорическая и параболическая зоны бревен 52
Рассеивание оптимальных ширин и длин обрезных досок по развальным поставам 53
Отходы в обзольную рейку и способы их уменьшения 55
Отходы в сбеговую рейку и способы их уменьшения 62
Общие коэффициенты использования необрезных досок при выработке из них обрезной пиленой продукции щитового типа различной длины . 67
Центральная и периферийная зоны бревен при выработке из них необрезных досок для производства пиленых деталей и заготовок щитового типа 68
Предельный охват диаметра бревен поставом 70

Выводы по развальному способу раскроя бревен на пиломатериалы заданных размеров и уменьшению отходов, зависящих от поставов . . 72
§ 6. Выработка пилопродукции заданных размеров брусово-развальным способом 72
Оценка брусово-развального способа по возможностям выработки пиломатериалов заданных размеров 72
Размеры бруса максимального объема и допускаемые отклонения . . 73
Использование пиловочного сырья по брусово-развальному способу и области эффективности его применения 75

Глава 4. **Выработка пилопродукции заданного качества развальным и брусово-развальным способами** 78

§ 1. Влияние качества сырья и пиломатериалов на выход конечной продукции 78
§ 2. Основные положения теории раскроя бревен на пиломатериалы заданного качества, разработанного в предшествующий период . . . 79
§ 3. Современные положения теории раскроя бревен на пиломатериалы заданного качества 82
Гипотеза возможного улучшения сортового состава пиломатериалов . 82
Критерий ценностного выхода пиломатериалов и ценностные коэффициенты 86
Проверка гипотезы возможного улучшения сортового состава пиломатериалов за счет сортировки сырья по качеству и распиловки его по раздельным поставам (игарский эксперимент) 89
Возможности улучшения ценностного выхода пиломатериалов за счет ориентации бревен при распиловке по концентрации сучков на их поверхности 93
Влияние высоты бруса на сортовой состав пиломатериалов 98
Метод проведения опытных работ для получения нормативного сортового выхода пиломатериалов из бревен разного качества 99
Метод составления таблиц сортового и ценностного выхода пиломатериалов различных размеров для составления поставов 103
Метод составления поставов на основе таблиц сортового и ценностного выхода пиломатериалов 110
§ 4. Способы раскроя пиломатериалов на заготовки 114
§ 5. Особенности раскроя бревен по развально-сегментному и брусово-сегментному способам 125

Глава 5. **Планирование раскроя сырья на выработку пилопродукции** . . 126

§ 1. Задачи планирования раскроя пиловочного сырья и последовательность их решения 126
§ 2. Расчет потребных заготовок и пиломатериалов для выработки изделий 128
§ 3. Спецификация пиломатериалов, подлежащих выработке 132
§ 4. Спецификация пиловочного сырья, подлежащего распиловке . . . 133
§ 5. Выбор способа раскроя бревен 134
§ 6. Анализ возможности выполнения спецификации пиломатериалов из сырья, подлежащего распиловке 134

§ 7. Сущность системы планирования раскроя пиловочного сырья на смену и на месяц . . . 137
§ 8. Методика составления плана раскроя сырья на месяц . . . 138
§ 9. Календарный график распиловки сырья и система оперативного управления процессами раскроя при плане на месяц . . . 142
§ 10. Применение ЭВМ для планирования раскроя сырья на пиломатериалы . . . 147

Глава 6. **Основы теории гармонизации производственных процессов (теория производственных потоков)** . . . 154
§ 1. Общая характеристика производственных процессов и движения в них обрабатываемых материалов . . . 154
§ 2. Основы теории гармонизации процессов в непрерывных потоках . . 156
Предпосылки организации непрерывного движения обрабатываемых предметов . . . 156
Планировка русла непрерывных потоков и поточные линии с жесткой и гибкой связью . . . 157
Графики и характеристика непрерывного движения обрабатываемых предметов в поточных линиях с жесткой связью . . . 159
Методы гармонизации работы участков поточной линии с жесткой связью . . . 161
Влияние неравномерной работы оборудования на производственную мощность поточных линий с жесткой связью . . . 163
Методы ограничения простоев на месте их возникновения в линии с гибкой связью . . . 166
Особенности разработки технологических процессов для поточных линий 169
§ 3. *Основы теории гармонизации процессов в прерывных потоках* . . . 170
Предпосылки организации прерывных потоков . . . 170
Методы гармонизации работы смежных участков . . . 172
Методы определения производственного цикла и величины межоперационных запасов . . . 179
Теоретические основы сокращения производственного цикла и ограничения величины межоперационных запасов . . . 185
Особенности планировки оборудования с прерывным движением обрабатываемых предметов . . . 190
Особенности разработки технологических процессов для потоков с прерывным движением предметов . . . 195

Глава 7. **Оборудование и организация работ на складах пиловочного сырья** . . . 196
§ 1. Общая характеристика процессов на складах сырья . . . 196
§ 2. Повреждения пиловочного сырья при длительном хранении и меры их предупреждения . . . 197
§ 3. Сортировка пиловочного сырья . . . 200
§ 4. Типы штабелей и расчет их емкости . . . 207
§ 5. Выгрузка сырья, формирование и разборка штабелей . . . 212
Рейды для приемки, хранения и подготовки сырья к выгрузке . . . 213
Выгрузка сырья, формирование и разборка штабелей кранами . . . 215
Выгрузка сырья, формирование и разборка штабелей лебедками . . 222

§ 6. Подача сырья на гидротермическую обработку и используемое оборудование 224
§ 7. Гидротермическая обработка сырья 228
§ 8. Окорка пиловочного сырья 235
§ 9. Расчет объема работ по стадиям процесса и потребного оборудования 238
§ 10. Расчет размеров складов пиловочного сырья и принципы их планировки 240
§ 11. Техника безопасности на складах пиловочного сырья 244

Глава 8. **Раскрой бревен на пиломатериалы и оборудование для их выработки** 245

§ 1. Классификация процессов раскроя бревен на пиломатериалы и технологическое оборудование для их выполнения 245
§ 2. Эксплуатационная характеристика лесопильных рам для распиловки бревен 249
Классификация лесопильных рам 249
Технологическая характеристика лесопильных рам 251
Производительность лесопильных рам 254
Понятие о производительности рам по пропуску и распилу сырья . . 257
§ 3. Эксплуатационная характеристика ленточнопильных станков для распиловки бревен 259
§ 4. Эксплуатационная характеристика круглопильных станков для распиловки бревен 262
§ 5. Эксплуатационная характеристика фрезерных и фрезернопильных агрегатов для распиловки бревен 265
§ 6. Эксплуатационная характеристика обрезных станков 268
§ 7. Эксплуатационная характеристика оборудования для торцовки досок 270
§ 8. Расчет объема работ и потребного технологического оборудования . 275

Глава 9. **Вспомогательное и транспортное оборудование в поточных линиях для распиловки бревен на пиломатериалы и его размещение у станков** 283

§ 1. Транспортное оборудование для подачи бревен 283
§ 2. Бревносбрасыватели 286
§ 3. Площадки для размещения бревен перед бревнопильными станками 288
§ 4. Впередирамные тележки и конвейеры у рам первого ряда 290
§ 5. Светотеневые аппараты 297
§ 6. Направляющие аппараты лесопильных рам 298
§ 7. Рольганги за лесопильными рамами первого ряда 298
§ 8. Механизмы для поперечного перемещения бруса 303
§ 9. Рольганги для подачи бруса в лесопильную раму второго ряда . . 308
§ 10. Транспортно-разделительные рольганги за лесопильной рамой второго ряда 316
§ 11. Ленточные транспортеры для досок 318
§ 12. Поперечные цепные транспортеры для досок 320
§ 13. Транспортное оборудование и устройства для поштучной подачи досок к обрезному станку 321
§ 14. Транспортно-разделительные устройства за обрезными станками . 325

§ 15. Транспортно-вспомогательное оборудование на торцовочных столах 326
§ 16. Транспортно-вспомогательные устройства на торцовочных установках проходного типа 330
§ 17. Транспортно-вспомогательные устройства для отходов 332
§ 18. Транспортно-вспомогательные устройства для распиловки бревен на ленточнопильных и круглопильных станках 335
§ 19. Транспортно-вспомогательные устройства на фрезернопильных агрегатах 336
§ 20. Принципы формирования поточных и автоматизированных линий и основные схемы планировочных решений 337
§ 21. Техника безопасности при раскрое бревен на пиломатериалы . . . 346

Глава 10. **Процессы сортировки пиломатериалов и сортировочные устройства** 350
§ 1. Особенности процессов сортировки товарных пиломатериалов и пиломатериалов внутризаводской переработки 350
§ 2. Устройства для сортировки сырых пиломатериалов 354
§ 3. Оборудование и процессы пакетирования сырых пиломатериалов . 363
§ 4. Транспортные средства для перевозки пакетов пиломатериалов . . 366
§ 5. Устройства для сортировки, обработки и пакетирования сухих пиломатериалов 368
§ 6. Техника безопасности в процессах сортировки пиломатериалов . . 374

Глава 11. **Оборудование и организация работ на складах пиломатериалов** 375
§ 1. Общая характеристика процессов на складах пиломатериалов . . 375
§ 2. Процессы и оборудование для антисептирования пиломатериалов . 377
§ 3. Типы штабелей пиломатериалов и расчет их емкости 380
§ 4. Процессы и оборудование для формирования и разборки штабелей 391
§ 5. Принципы планировки и расчет размеров складов для атмосферной сушки пиломатериалов 397
§ 6. Хранение и отгрузка сухих пиломатериалов 398
§ 7. Техника безопасности на складах пиломатериалов 400

Глава 12. **Раскрой пиломатериалов на заготовки и оборудование** . . . 401
§ 1. Классификация процессов раскроя пиломатериалов на заготовки . 401
§ 2. Раскрой пиломатериалов по длине и оборудование 407
§ 3. Раскрой пиломатериалов по ширине, технологическое и вспомогательное оборудование 412
§ 4. Раскрой пиломатериалов по толщине 415
§ 5. Расчет объема работ и потребного оборудования по процессу . . 417
§ 6. Основные структурно-технологические схемы поточных линий раскроя пиломатериалов на заготовки 422
§ 7. Техника безопасности в процессах раскроя пиломатериалов 426

Глава 13. **Производство фрезерных (строганых) пиломатериалов** 427
§ 1. Виды строганых пиломатериалов 427
§ 2. Подготовка материала к строганию 430
§ 3. Строгание пиломатериалов, основное и вспомогательное оборудование 431
§ 4. Технический брак при строгании, его причины и способы предупреждения 435

§ 5. Производительность строгальных станков и расчет потребного оборудования в цехе 438
§ 6. Основные схемы поточных линий для производства строганых пиломатериалов 439
§ 7. Техника безопасности в процессах производства строганых пиломатериалов 442
Глава 14. **Основные направления и технология использования отходов производства пиломатериалов** 443
§ 1. Виды, объемы и основные направления использования отходов . . 443
§ 2. Обмер и учет отходов 447
§ 3. Процессы и оборудование механической переработки кусковых отходов на обапол и мелкую пилопродукцию 447
§ 4. Процессы и оборудование переработки кусковых отходов на технологическую щепу 450
§ 5. Расчет объема работ и потребного оборудования для механической переработки отходов 454
§ 6. Принципы формирования поточных линий для переработки отходов 455
§ 7. Техника безопасности в процессах переработки отходов 460
Глава 15. **Особенности размещения зданий и сооружений лесопильно-деревообрабатывающих предприятий на генеральном плане** . . 461
§ 1. Состав лесопильно-деревообрабатывающих предприятий 461
§ 2. Особенности размещения зданий и сооружений на генеральном плане 463
Заключение 467
Литература 471

Петр Павлович Аксенов, Нина Сергеевна Макарова
Иван Кузьмич Прохоров, Юлия Петровна Тюкина

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Редактор издательства *М. С. Мельникова*
Художественный редактор *В. Н. Журавский*
Технический редактор *Г. П. Васильева*
Корректор *Е. Н. Соколова*
Переплет художника *С. Ашмарова*

Сдано в набор 12/VIII 1975 г. Подписано в печать 23/I 1976 г. Т-03633. Формат $60\times90^{1}/_{16}$. Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 30+0,5 вкл. Уч.-изд. л. 30,53+0,35 вкл. Тираж 15 000 экз. Издат. № 203/74. Заказ № 1964. Цена 1 р. 32 к.

Издательство «Лесная промышленность», 101000,
Москва, ул. Кирова, 40а

Ленинградская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 196126, Ленинград, Ф-126, Социалистическая ул., 14.