

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**А.М.Копейкин
Р.В. Дерягин**

**ТЕХНОЛОГИЯ
ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРОИЗВОДСТВ**

*Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ
в качестве учебного пособия*

К 1444625

Вологда
2013

О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТРАСЛЕЙ В СТРУКТУРЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	7
1.1. История развития промышленной переработки древесины в России.....	7
1.2. Классификация лесопильно-деревообрабатывающих производств.....	11
1.3. Основные нормативные документы.....	13
Глава 2. СЫРЬЁ И ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНО- ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ.....	14
2.1. Ресурсы древесины для лесопильно-деревообрабатывающего производства.....	14
2.2. Виды продукции лесопильно-деревообрабатывающих производств	15
2.3. Основные требования к пилопродукции	17
2.4. Основные требования к пиловочному сырью.....	19
2.5. Пороки древесины в пилопродукции и круглых лесоматериалах	22
2.6. Дефекты обработки, нормируемые в пилопродукции	25
Глава 3. РАСКРОЙ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ	27
3.1. Основные схемы раскроя пиловочного сырья	27
3.2. Рациональный раскрой сырья и критерии его оценки	29
3.3. Поставы на распиловку	31
3.4. Основные положения теории раскроя пиловочного сырья	32
3.5. Баланс сырья.....	35
Глава 4. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ	37
4.1. Производственный и технологический процессы. Определения	37
4.2. Основные технологические операции лесопильно- деревообрабатывающего производства.....	38
4.3. Поперечный раскрой круглых лесоматериалов.....	38
4.4. Размерно-качественная сортировка брёвен.....	40
4.5. Окорка брёвен.....	40
4.6. Продольный раскрой бревен и брусьев	41
4.7. Продольный и поперечный раскрой досок	44
4.8. Размерно-качественная сортировка пиломатериалов	45

Глава 5. ВЫБОР И РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНО- ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА	47
5.1. Оборудование для поперечного раскроя круглых лесоматериалов (раскряжёвки)	47
5.2. Линии для размерно-качественной сортировки круглых лесоматериалов.....	48
5.3. Станки для окорки брёвен.....	48
5.4. Оборудование для продольного раскроя брёвен и брусьев.....	49
5.5. Особенности расчета производительности одноэтажных лесопильных рам.....	56
5.6. Расчёт производительности обрезных станков	57
5.7. Производительность оборудования для проходной торцовки.....	57
5.8. Производительность станков для позиционной торцовки	58
5.9. Определение количества обрезных и торцовочных станков.....	58
5.10. Обоснование характеристик оборудования и линий для размерно- качественной сортировки пиломатериалов.....	59
Глава 6. ПРОИЗВОДСТВО КЛЕЕНОЙ И СТРОГАННОЙ ПИЛОПРОДУКЦИИ.....	60
6.1. Виды клееной пилопродукции	60
6.2. Клеевые материалы, применяемые при производстве клееной пилопродукции.....	61
6.3. Технология производства пилопродукции, склеенной по длине.....	62
6.4. Расчёт производительности оборудования для производства клееной пилопродукции	65
6.5. Виды фрезерованной пилопродукции	66
6.6. Технология и оборудование производства фрезерованной пилопродукции	67
6.7. Расчёт производительности оборудования для производства фрезерованной пилопродукции	67
Глава 7. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ДРЕВЕСИНЫ	71
7.1. Направления использования отходов лесопильно- деревообрабатывающих производств.....	71
7.2. Технология и оборудование для производства технологической щепы.	72

7.3. Технология и оборудование для утилизации отходов окорки и опилок	74
Глава 8. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	75
8.1. Структура транспортно-технологической системы	75
8.2. Основные требования к транспортно-технологической системе	76
8.3. Оборудование для перемещения круглых лесоматериалов	78
8.4. Оборудование для перемещения пиломатериалов	79
8.5. Определение потребности в подъёмно-транспортном оборудовании	80
Глава 9. РАЗМЕЩЕНИЕ ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	83
9.1. Факторы, влияющие на выбор места расположения предприятия	83
9.2. Особенности организации производства пилопродукции на малых предприятиях	85
Библиографический список	88
Приложения	89

ВВЕДЕНИЕ

Доля лесопромышленного комплекса во внутреннем валовом продукте России не столь велика и составляет сейчас 2,5 - 3% при незначительных колебаниях по годам. В то же время, в силу неравномерности распределения запасов древесины по территории страны, в некоторых регионах заготовка и переработка древесины остается ведущей отраслью и напрямую определяет их экономическую безопасность. Очевидно, эта ситуация сохранится и в дальней перспективе, так как древесина относится к немногочисленной категории естественно возобновляемых природных ресурсов, а лес, будучи одной из важнейших составляющих биосферы Земли, одновременно всегда будет источником промышленного сырья.

Механическая обработка древесины наряду с лесными промыслами была одним из древнейших занятий населения, что во многом объясняется наличием огромных запасов древесины на территории России. Несмотря на бурное развитие альтернативных технологий переработки древесины (целлюлозно-бумажное производство, производство плит, фанеры), лесопильно-деревообрабатывающее производство устойчиво занимает свое место в составе лесопромышленного комплекса. Достаточно сказать, что по состоянию на начало XXI века более 90% субъектов федерации имели действующие мощности по лесопилению и деревообработке даже при скудных собственных запасах древесины. В то же время практически за весь период своего развития лесопиление и деревообработка очень редко считались приоритетными в составе лесопромышленного комплекса, исключая, может быть, производство товарных пиломатериалов для экспорта. Во второй половине XX века безусловным приоритетом, исходя из макроэкономических факторов, обладали целлюлозно-бумажное производство и производство плит на основе древесины. В ближайшей перспективе следует ожидать оживления производства пилопродукции и глубокой переработки именно массивной древесины. Причинами для этого являются стабильный спрос на массивную древесину и изделия из неё на мировом рынке, оживление внутреннего рынка России по этому продукту и сравнительно небольшие первоначальные капиталовложения, необходимые для развития производства пилопродукции по сравнению с остальными деревоперерабатывающими отраслями.

В основу технической политики для лесопильно-деревообрабатывающей отрасли в дореформенный период были положены концентрация производства и его технологическая унификация как путь к достижению полного использования потенциала древесного сырья. Фактически же возможности этого направления развития были исчерпаны уже в 80-х годах прошлого столетия и обстановка в промышленности требовала разработки концептуально новых технологических ресурсов. В связи с этим оказалось целесообразным при изложении курса технологии лесопильно-деревообрабатывающего производства показать в нем весь спектр технологического и технического потенциала без привязки к какой-либо официальной доктрине. Такой подход оправдан и тем, что, несмотря на наличие некоторых общих закономерностей, промышленная политика, в том числе лесная политика, может резко различаться по отдельным регионам. Как следствие, технологические решения, концентрация и размещение производства будут определяться суммой экономических, ресурсных, социально-экономических и инфраструктурных факторов, соотношение которых не будет абсолютно постоянным даже в пределах одного региона.

Глава 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТРАСЛЕЙ В СТРУКТУРЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

1.1. История развития промышленной переработки древесины в России

Заготовка, обработка и переработка древесины на различные виды продукции является в России одним из старейших традиционных промыслов. Это связано и с наличием больших запасов древесины на территории России и с широким диапазоном потребительских, конструкционных и технологических свойств древесины. Древесина нашла применение практически во всех сферах жизни и деятельности человека – оборонительном, жилищном и культовом строительстве, создании орудий труда и инвентаря, транспорте, предметов быта, отоплении и освещении. Начало промышленного производства лесопроductии в России исторически точно не датировано, однако имеются указания, что «лесной товар и дрова» появились на рынках больших городов ещё в XI веке. Предполагается, однако, что широкое развитие российский рынок лесных товаров получил в XV – XVII веках в связи со строительством больших городов. По прямым свидетельствам иностранцев уже в начале XVI века имел место вывоз леса из России в Европу, хотя эта отрасль производства не получила достаточного освещения в работах зарубежных авторов, писавших об экономике России XVI века. Имеются свидетельства о попытках проникновения зарубежных предпринимателей в российский рынок лесопроductии во второй половине XVI – первой половине XVII века, однако в это время основное внимание уделялось экспорту мачтового леса, смолы, дёгтя и лишь в конце этого периода – созданию мощностей по производству пиломатериалов.

Очередной этап развития промышленной переработки древесины истории связывают с реформаторской деятельностью Петра I, особенно с его указом от 23 декабря 1701 года «о приучении дровосеков к распиловке дров», хотя дальнейший процесс замены топора пилой был чрезвычайно медлительным и занял почти 150 лет. Указами 1719 и 1722 гг. было «повелено» применять ручные пилы при производстве досок для судостроения. Хотя по некоторым территориям России имеются статистические данные о промышленном производстве пиломатериалов, начиная с 1738 года, однако и указы Петра I, и последующие указы Сената не ускорили процесс внедрения пилы и строительства «пильных мельниц». Предпринимались попытки создания казенных предприятий, но в 1763 году Сенат вернулся и к частному предпринимательству, разрешив строить пильные мельницы на плотинах, где уже есть мучные мельницы, подкрепив свое решение льготами по оброку и выдачей беспроцентных ссуд сроком на 5 лет. В результате в России в XVIII веке «темпы внедрения проductии механической распиловки» были выше по сравнению с темпами

ручной распиловки. Большая часть продукции механической распиловки производилась и потреблялась внутри горных заводов, предприятий адмиралтейства и др. В этот период к наиболее важным районам лесопиления наряду с северо-западным (С-Петербургская, Новгородская, Псковская и соседние губернии) был отнесен и северный район (Архангельск, Вологда). Большое количество пильных мельниц было построено в Вятской и Казанской губерниях. Примечательно, что лесопиление в Архангельской губернии (особенно в Онежском узле, отданном графу Шувалову) изначально имело экспортную направленность. Нельзя считать, что развитие лесопиления основывалось полностью на инициативе предпринимателей. Уже на первых порах практиковалось закрепление за лесозаводами сырьевых баз, анализировались транспортные схемы, сезонность работы предприятий в связи с запасами воды, имели место и административные действия по смене собственника на плохо работающих предприятиях. Статистическая информация об объёмах производства и количестве лесопильных предприятий даже в середине XIX века отрывочна, что признают и современники. Например, есть сведения, что к началу 1868 года действовало 112 заводов с 2852 рабочими, хотя по другим данным только в северо-западном и северном регионах было более 90 предприятий, в том числе 24 «паровых» лесопильных завода. Исходя даже из неполных данных, можно говорить о том, что к середине XIX века лесопиление в России сформировалось как отдельная отрасль промышленности, а её продукция занимала заметное место как во внутреннем обороте, так и в экспорте.

Дальнейшее развитие лесопильно-деревообрабатывающего производства в России характеризовалось более высокими темпами, повысился и технический уровень производства за счёт восприятия и использования достижений мирового деревообрабатывающего машиностроения. Ф.К. Арнольд в своем капитальном труде «Русский лес», изданном в 1898-1899 годах, излагает со ссылкой на «опыты проф. Тиме» основы теории резания древесины, приводит сведения о всех основных типах лесопильного оборудования, технологии и оборудовании для производства строганой продукции, мебели, дверей и окон, паркета, легких дачных построек, древесной стружки и других видов продукции из массивной древесины. Судя по замечаниям в тексте и надписям на гравюрах, основная часть оборудования была ввезена из других стран (Германии, Великобритании, Франции, Швеции и даже США). В предисловии к второй части второго тома этого издания Ф.К. Арнольд обращает внимание на то, что при развитии какого-либо производства «нельзя не считаться с хозяйственными, экономическими условиями данной отрасли промышленности», и затем обосновывает общий подход к размещению лесоперерабатывающих производств с учетом условий сбыта продукции, удаленности производства от точки

заготовки сырья и условий его транспортирования. Всё это позволяет сказать, что к концу XIX века Россия имела достаточно развитую лесопильно-деревообрабатывающую промышленность в составе сложившегося лесного комплекса. По данным промышленной переписи, в 1900 году в России было учтено 1629 лесопильных рам и 1159 «круглых пил». Уровню развития промышленности соответствовало и его научно-техническое обеспечение, нашедшее отражение в печатных изданиях. Кроме упомянутого труда Ф.К.Арнольда, в тот же период было издано «Практическое руководство по лесопильному производству», автор которого К.К.Вебер ссылается на ранее вышедшее сочинение К.А.Казначеева «Механическая технология дерева». Работы Ф.К.Арнольда и К.К.Вебера подробно раскрывают такие вопросы, как технология и оборудование лесопильного производства, правила обмера сырья, определение его объемов, составление поставов, хранение готового товара. О состоянии лесного комплекса свидетельствует и тот факт, что в 1913 году экспорт леса из России (в обработанном и необработанном виде) превысил уровень 10 млн. м³.

Развитие отечественного лесного комплекса, как и всей экономики России было прервано с началом первой мировой войны. Последующие годы социальных потрясений привели, как известно, к экономической разрухе. Осознание роли лесного экспорта в качестве источника валютных поступлений, необходимых для восстановления транспорта и промышленности, привело к необходимости восстановления системы управления отраслью. Производство и экспорт лесопроductии были возобновлены в 1921-22 годах. Для этого Правительством и Советом Труда и Оборона (СТО) был принят ряд чрезвычайных мер, включая мобилизацию рабочих и рядового состава армии. Наконец, 17 августа 1921 г. В.И.Ленин подписывает "Положение СТО об органе управления лесной промышленностью Северо-Беломорского района "Северолес". Восстановление промышленного производства шло достаточно энергично и к 1930 году на территории Архангельской области работало 23 лесопильных завода (21 в системе треста Северолес и 2 – треста Комилес), которые насчитывали 133 лесопильные рамы. Затем пришло время и для более масштабных преобразований: в 1930 году было образовано Государственное объединение лесной промышленности и лесного хозяйства «Союзлеспром» (Постановление СТО № 202 от 27 августа 1930 года), в ведение которого вошли все предприятия лесной промышленности и лесного хозяйства, весь государственный лесной фонд СССР, все опытные учреждения и предприятия. К этому моменту (1927-28 гг.) экспорт лесопроductии из СССР достиг уровня в 5 млн.м³, причем примерно половина её вывозилась в обработанном виде. На территории РСФСР «Союзлеспрому» в составе 32 промышленных объединений было под-

чинено 426 предприятий, в том числе «лесозаводов – 357 (лесопильных рам – 965), мебельных фабрик – 18, фанерных заводов – 13, деревообрабатывающих заводов – 7, стружечных – 7, клепочных – 5, пробочно-изоляционных – 2, столярных – 1, шпалорезных – 1, распиловочных – 1, лыжных мастерских – 1, катушечных – 1, каблучно-колодочных – 1, веялочных – 1, обозных деталей – 1, ящичных – 1, строительных деталей – 1, камышитовых – 1, пуговичных – 1» [6]. К моменту образования «Союзлеспрома» в стране сложилась сеть научно-исследовательских организаций по лесному хозяйству (24 опытных лесничества), сеть высших учебных заведений (два специализированных института, факультеты и отделения в 14 вузах) и техникумов (более 40). В Москве действовал Всесоюзный научно-исследовательский лесопромышленный институт с отделениями и филиалами в 13 городах и 18 опытными станциями.

Административные меры вывода отрасли из разрухи, дополненные экономическими вливаниями, оказались достаточно эффективными. Производство пилопродукции росло, достигнув пика в предвоенный период. Росту объемов производства в период до 1936 года во многом способствовало развитие стахановского движения, которое было начато на севере рекордной распиловочной рамщика Соломбальского лесозавода № 16-17 (ныне ОАО «Соломбальский ЛДК») В.С.Мусинского 30 августа 1935 года (160 м³ в смену при норме 90-95 м³). Впоследствии этот рекорд несколько раз улучшался (Кувшинников, Шилов) и в конце концов был доведен до 505 м³ в смену самим В.С.Мусинским (01.09.36г.). Развитие стахановского движения продолжалось и после 1936 года, в 1938 году в тресте "Северолес" последователи В.С.Мусинского составляли 23,8% от общего числа рабочих.

Перевод в 1941 г. промышленности на военные рельсы, отбросили отрасль назад и после окончания Великой Отечественной войны вновь встала задача её восстановления. Особенность этого этапа развития лесопильно-деревообрабатывающей отрасли состояла в том, что технический уровень производства оказался вторичным, на первое место опять вышло увеличение объемов производства продукции для промышленного и жилого строительства, особенно там, где древесина оказалась наиболее доступным (а зачастую и единственным) строительным и конструкционным материалом. Именно этот период характеризуется увеличением количества мелких лесопильных цехов, оснащенных одной-двумя одноэтажными лесопильными рамами.

За последующие 30-40 лет отечественное лесопильно-деревообрабатывающее производство претерпело существенные изменения. После восстановления в послевоенный период промышленность перешла на путь развития, который до определенного времени способствовал технологическому прогрессу в отрасли. В качестве основных направлений развития лесопильно-

деревообрабатывающей отрасли были приняты комбинирование и специализация производства, полное и комплексное использование потенциала древесного сырья, новые технологические процессы, оборудование и инструмент, автоматизация и механизация отдельных участков и всего производства, совершенствование техники безопасности и промышленной санитарии. Следует признать, что в этот период промышленность и её научно-техническое обеспечение сделали заметный шаг вперед. Были разработаны и внедрены такие крупные научно-технические и организационно-технологические проекты, как специализация предприятий, агрегатные методы переработки древесины, пакетный метод обращения пиломатериалов, производство технологической щепы для целлюлозно-бумажного и плитных производств, изготовление клееной пилопродукции и клееных деревянных конструкций, оснащение лесозэкспортных предприятий импортной техникой, развитие методов и средств автоматизации технологических расчётов и ряд других новшеств. В то же время в отрасли стали проявляться негативные признаки, свидетельствовавшие о расхождении официальной концепции развития отрасли и её реальным состоянием. Прежде всего это выразилось в замедлении роста производительности труда и концентрации производства, технологическом и техническом отставании предприятий малой мощности, отсутствии интереса к переработке лиственной древесины, преимущественная ориентация отрасли на выпуск товарных пиломатериалов. Между тем работы отраслевых научно-исследовательских и проектных организаций, а также профильных вузов показывали, что необходима переоценка сложившейся в промышленности ситуации для принятия новой концепции развития всего лесного комплекса страны. Однако, с изменением экономического уклада в стране формирование технической политики в отрасли практически прекратилось, хотя дальнейшее развитие лесопильно-деревообрабатывающего производства зависит от его технологического обновления, повышения квалификации управленческого и инженерно-технического персонала и серьезных инвестиций. Об этом свидетельствует опыт передовых предприятий отрасли.

1.2. Классификация лесопильно-деревообрабатывающих производств

При классификации лесопильно-деревообрабатывающих производств следует исходить из сложившейся структуры лесопромышленного комплекса, включающей четыре фазы.

На первой фазе лесопромышленного производства (заготовка древесины) производится продукция, являющаяся сырьем для последующих стадий переработки:

- лесоматериалы круглые хвойных пород по ГОСТ 9463-88;
- лесоматериалы круглые лиственных пород по ГОСТ 9462-88;
- сырье технологическое;
- топливная древесина;
- сырье для лесохимических производств.

На этой стадии также возможно изготовление технологической щепы.

На следующей фазе производятся:

- пиломатериалы и заготовки;
- комплекты заготовок и деталей (шпалы и переводные бруссы);
- попутно получают обзол, шпальный горбыль, технологическая и топливная щепа, опилки;
- целлюлоза;
- древесные материалы (ДСП, ДВП, ЦСП, клееная фанера и пр.);
- шпон.

За ней следует стадия рафинирования, где производятся:

- заготовки (цельные и клееные) пиленные и калиброванные;
- заготовки щитовые и плитные;
- детали фрезерованные;
- бумага и картон.

На заключительной фазе комплекса – сборке и отделке, в перечень продукции входят:

- столярно-строительные изделия;
- мебель;
- несущие деревянные конструкции;
- изделия из бумаги и картона.

В состав лесопильно-деревообрабатывающих производств входят промышленные производства, занимающиеся переработкой круглых лесоматериалов и полуфабрикатов из них на продукцию из массивной, в том числе клееной массивной, древесины. Из перечисленных выше производств такой характеристике соответствуют:

- производство товарных пиломатериалов;
- производство заготовок и деталей из цельной и клееной древесины;
- производство комплектов деталей (стандартное домостроение, шпалы и переводные бруссы, комплекты тары, поддоны и т.п.);
- производство фрезерованных (строганных) заготовок и деталей, в том числе щитовых.

У всех этих производств имеет место попутная продукция, получающаяся при утилизации вторичных ресурсов древесины (технологическая щепа, топливная дроблёнка, мягкие древесные отходы, включая отходы окорки).

Ранее было принято относить к деревообрабатывающей промышленности производство ДСтП, ДВП и клееной фанеры, однако это неправомерно, так как продукцию этих производств правильнее относить к композиционным материалам, то есть к продукции с использованием древесины, но не к продукции из древесины. К тому же в технологическом отношении эти производства резко отличаются от перечисленных выше лесопильно-деревообрабатывающих производств.

1.3. Основные нормативные документы

К основным нормативным документам, определяющим терминологию в лесопильно-деревообрабатывающем производстве, относятся:

- ГОСТ 18288 – 87 Производство лесопильное. Термины и определения;
- ГОСТ 21391 – 84 Средства пакетирования. Термины и определения;
- ГОСТ 17461 – 84 Технология лесозаготовительного производства. Термины и определения;
- ГОСТ 17462 – 84 Продукция лесозаготовительной промышленности. Термины и определения.
- ГОСТ 17743 – 86 Технология деревообрабатывающей и мебельной промышленности. Термины и определения.

Перечисленные выше стандарты полезны ещё и тем, что почти все они в своё время были согласованы с международными стандартами и дают переводы всех терминов и определений.

Глава 2. СЫРЬЁ И ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

2.1. Ресурсы древесины для лесопильно-деревообрабатывающего производства

По данным ЕЭК ООН, Россия занимает первое место в мире по запасам древесины, которые по состоянию на начало XXI века составляют более 82 миллиардов кубических метров, из них более половины находится в спелых и перестойных насаждениях (табл.2.1).

Таблица 2.1

Наименование показателей	Един. измерен.	Российская Федерация	Европейско- Уральская часть	Азиатская часть
Площадь, покрытая лесной растительностью	млн.га	776,1	170,3	605,8
Общий запас древесины	млрд.м ³	82,1	22,9	59,2
Запас спелых и перестойных насаждений,	млрд. м ³	44,3	10,1	34,2
из них хвойных пород	млрд. м ³	34,2	6,4	27,8
Годичный прирост	млн. м ³	993,8	377,2	616,6

По данным НИПИЭИлеспрома, в России, начиная с 1995 года, наблюдается положительная динамика в запасах древесины, так как в этот период резко снизилось использование расчётной лесосеки и, соответственно, увеличилась доля спелых и перестойных насаждений. В насаждениях преобладают хвойные породы, из которых наиболее распространёнными являются ель, сосна, пихта, лиственница, кедр.

На территории России произрастает пять ботанических видов ели, из них только два наиболее распространённых имеют промышленное значение: ель европейская (или обыкновенная *Picea excelsa* Link) и ель сибирская (*Picea obovata* Ldb.). Ареал распространения сосны обширен и в меридиональном, и в широтном направлениях, но она представлена, в основном, одним видом – сосной обыкновенной (*Pinus silvestris* L.). Из хвойных пород наиболее разнообразно представлена лиственница (14 видов), но промышленное значение имеют только два вида – лиственница даурская (*Larix daurica* Turcz.) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.). Из четырех видов пихты промышленное значение имеет один вид – пихта сибирская (*Abies sibirica* Ldb.), которая несмотря на свое наименование произрастает и в северо-восточной зоне европейской части страны. Кедр в России произрастает, в основном, в Сибири (кедр сибир-

ский или сосна кедровая сибирская *Pinus Sibirica* Rupr Mayr), в южной части Дальнего Востока и в соседней Манчжурии (кедр корейский или сосна корейская *Pinus koraiensis* Sieb et Zuss).

Из лиственных пород, произрастающих на территории России, промышленное значение имеют только береза и осина. Из девяти ботанических видов березы, имеющих в лесах России, наиболее распространены два: береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Ehrh.), она же береза повислая, и береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.). Оба вида произрастают практически по всей лесопокрытой площади в Европейско-Уральской части и в Сибири, хотя ареал березы пушистой простирается несколько дальше на север. Осина (*Populus tremula* L.) произрастает также повсеместно, на севере доходя до границы с тундрой, а на юге кустарниковая форма осины встречается даже на солончаках в степи.

Остальные лиственные породы с мягкой древесиной (ольха, липа, тополь, ива), хотя и широко распространены на территории страны, но их доля в лесных запасах не столь существенна. То же самое относится к лиственным породам с твердой древесиной (дуб, бук, ясень, граб, вяз и др.).

В практике учета сырьевых запасов, а также при переработке древесины на пилопродукцию все сырье разделяют на две группы пород: хвойные и лиственные. На специализированных лесопильных предприятиях предпочитают перерабатывать сырье по породам: сосна, лиственница, береза, осина отдельно, ель и пихта вместе. Такое деление обусловлено различием технологических характеристик каждой из пород и, следовательно, необходимой дифференциацией режимов механической и, особенно, тепловой обработки.

2.2. Виды продукции лесопильно-деревообрабатывающих производств

К основной продукции лесопильно-деревообрабатывающих производств относятся пиломатериалы и заготовки (пиленые, калиброванные и строганные, цельные и клееные), шпалы и переводные брусья широкой и узкой колеи, обапол и горбыль. Сюда также относят комплекты деталей для деревянного домостроения, ящичную тару и поддоны (комплектами деталей и в сборе). К попутной продукции относится технологическая щепка и топливная дроблѐнка, получаемые измельчением кусковых отходов (рейки, отрезки, торцовые срезы), опилки, стружка, отходы окорки. Все перечисленные виды попутной продукции могут быть товарной продукцией, реализуемой сторонним потребителям, либо использоваться самим предприятием как технологическое сырье, топливо, строительный материал.

В соответствии с ГОСТ 18288-87 «Производство лесопильное. Термины и определения» все виды основной продукции объединяются одним наименованием – пилопродукция. Пилопродукция – это продукция из древесины,

полученная в результате продольного деления бревен и продольного и поперечного деления полученных частей. Элементами, определяющими геометрию пилопродукции, являются *пласть, кромка, торец, ребро и обзол*. *Пласть* – это любая из двух более широких противоположных продольных поверхностей пилопродукции, а также любая продольная поверхность пилопродукции квадратного сечения. Пласти в любом случае должны быть полностью или в основном обработаны (пропилены или простроганы). *Кромкой* называется любая из двух более узких продольных поверхностей пилопродукции. В отличие от пласти кромка может быть обработана полностью или частично, а также полностью необработанной. *Торец* пилопродукции – это её концевое поперечное сечение, *ребро* – линия пересечения двух смежных поверхностей пилопродукции. *Обзолом* называют часть непропиленной поверхности бревна, остающуюся на пластях и кромках пилопродукции.

Пиломатериалы – пилопродукция установленных размеров и качества, имеющая, как минимум, две плоско-параллельные пласти. Пиломатериалы по размерам и соотношению размеров поперечного сечения разделяются на доски, бруски и брусья. К доскам и брускам относят пилопродукцию толщиной до 100 мм, к брусьям – толщиной 100 мм и более. Бруски имеют ширину не более двойной толщины, у досок соотношение ширины и толщины больше двух. Обрезными называются доски и бруски, у которых кромки пропилены перпендикулярно пластям, а обзол не превышает величины, допустимой для данного вида пилопродукции и группы качества. Необрезные пиломатериалы имеют полностью непропиленные, обзолные кромки. Односторонние обрезные доски и бруски имеют одну пропиленную кромку. Брусья в зависимости от количества пропиленных пластей могут быть двухкантными, трех- и четырехкантными.

Заготовки из древесины – это пилопродукция, соответствующая по размерам и качеству изготавливаемым из нее деталям, но с припусками на обработку и усушку. По соотношению размеров поперечного сечения заготовки могут быть досковые и брусковые.

Обапол вырабатывается из боковой части бревна и имеет одну пропиленную пласть, а вторую – частично или полностью непропиленную. В зависимости от этого различают дощатый и горбыльный обапол. Горбыль также имеет одну пласть полностью или частично непропиленной, однако в отличие от обапола у него нормируется ширина и толщина тонкого конца, но не нормируется длина и соотношение размеров по толщине и ширине.

Шпалы и переводные брусья – это пилопродукция в виде бруса. Они используются в качестве основания для укладки железнодорожных рельсов и стрелочных переводов. Несмотря на развитие других систем оснований желез-

нодорожных путей, шпалы и переводные брусья из древесины остаются пока востребованными в России.

2.3. Основные требования к пилопродукции

Общие требования к продукции устанавливаются в документах по стандартизации (национальных стандартах, стандартах организаций) в соответствии с назначением определенного вида продукции и положениями общероссийских технических регламентов. Требования к качеству, размерам и другим параметрам конкретной партии продукции устанавливаются контрактом на основании требований стандартов при обязательном соблюдении положений технических регламентов и, как минимум, добровольном подтверждении соответствия.

Всю действующую систему стандартов на пилопродукцию можно условно разделить на несколько групп. Первая из них это группа стандартов, содержание которых распространяется на все (или почти все виды) пилопродукции. К ним относятся:

1. Терминологические и общеметодические стандарты:
 - ГОСТ 18288-87 «Производство лесопильное. Термины и определения»;
 - ГОСТ 24454-80 «Пиломатериалы хвойных пород. Размеры»;
 - ГОСТ 15612-85 «Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности»;
 - ГОСТ 7016-82 «Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости»;
 - ГОСТ 16588-79 «Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности»;
 - ГОСТ 6782.1-75 «Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки»;
 - ГОСТ 6782.2-75 «Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки»;
 - ГОСТ 3808.1-75 «Пиломатериалы хвойных пород. Атмосферная сушка и хранение»;
 - ГОСТ 7319-80 «Пиломатериалы и заготовки лиственных пород. Атмосферная сушка и хранение».
2. Стандарты технических требований:
 - ГОСТ 8486-86 «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия»;
 - ГОСТ 2695-83 «Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия»;
 - ГОСТ 9685-61 «Заготовки из древесины хвойных пород. Технические условия»;
 - ГОСТ 7897-83 «Заготовки лиственных пород. Технические условия»;

- ГОСТ 2646-71 «Заготовки авиационные хвойных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 2996-79 «Заготовки авиационные лиственных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 6900-83 «Заготовки деревянные резонансные для музыкальных инструментов. Технические условия»;
- ГОСТ 5780-77 «Обапол для крепления горных выработок. Технические условия»;
- ОСТ 13 –28-74 «Горбыль деловой хвойных и лиственных пород»;
- СТО БДП-2-94 «Заготовки деревянные для поддонов».
- ГОСТ 9557-87 «Поддон плоский деревянный размером 800 x 1200 мм. Технические условия»;
- ГОСТ 9008-94 «Детали деревянные платформ грузовых автомобилей, прицепов и полуприцепов. Общие технические условия»;
- ГОСТ 16870-83 «Доски воинские съёмные. Технические условия»;
- ГОСТ 16424-83 «Заготовки для лож спортивного и охотничьего стрелкового оружия. Технические условия».

До настоящего времени в общероссийских нормативно-технических документах существует разделение требований к экспортной пилопродукции и пилопродукции, используемой внутри страны. Эта специфика отражена двумя стандартами:

- ГОСТ 26002-83Э «Пиломатериалы хвойных пород северной сортровки, поставляемые для экспорта. Технические условия»;
- ГОСТ 9302-83Э «Пиломатериалы хвойных пород черноморской сортровки, поставляемые для экспорта. Технические условия».

Также отдельную подгруппу в группе стандартов технических требований составляют нормативно-технические документы на продукцию брусковых размеров:

- ГОСТ 78-89 «Шпалы деревянные для железных дорог широкой колее. Технические условия»;
- ГОСТ 8816-70 «Брусья деревянные для стрелочных переводов железных дорог широкой колее»;
- ГОСТ 9371-90 «Брусья переводные деревянные клееные для железных дорог широкой колее»;
- ГОСТ 8993-75 «Шпалы деревянные для железных дорог узкой колее. Технические условия»;

- ГОСТ 8992-75 «Брусья деревянные для стрелочных переводов железных дорог узкой колеи. Технические условия»;
- ГОСТ 22730-77 «Шпалы деревянные для метрополитена. Технические условия»;
- ГОСТ 28469-90 «Шпалы и брусья деревянные клееные для трамвайных путей».

Кроме национальных стандартов, при изготовлении и поставке продукции могут применяться международные стандарты (СЕН, ИСО), а также стандарты общественных научно-технических организаций, объединений юридических лиц и коммерческих организаций.

Одновременно с системой стандартизации в России создана система сертификации пилопродукции, которая действует в целях:

- удостоверения соответствия продукции требованиям технических регламентов, стандартов и условиям гражданско-правового договора;
- содействия потребителям в компетентном выборе продукции;
- повышения конкурентоспособности продукции на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров в Российской Федерации, участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле.

Подтверждение соответствия на территории России осуществляется в формах:

- принятия изготовителем декларации о соответствии;
- сертификации.

2.4. Основные требования к пиловочному сырью

Технические требования к сырью для распиловки определяются двумя стандартами: ГОСТ 9463-88 «Лесоматериалы круглые хвойных пород» и ГОСТ 9462-88 «Лесоматериалы круглые лиственных пород». Оба стандарта являются унифицированными, они распространяются на все виды круглых лесоматериалов, используемых в промышленности, в том числе и для выработки пилопродукции. Устанавливаются две группы пиловочных бревен по толщине (диаметру в вершинном торце): средние (14...24 см) и крупные (26 см и более), предназначенные для промышленной переработки. Фактически же на предприятия поступают и мелкие круглые лесоматериалы (8 - 13 см в вершинном торце), которые частично перерабатываются в общей массе, а частично отсортировываются для реализации на сторону или использования для внутризаводских нужд. Длина бревен хвойных пород для выработки пиломатериалов общего назначения (ГОСТ 8486-86) принята 3...6,5 м с градацией 0,25 м. Пи-

ловочные бревна лиственных пород имеют длину в диапазоне 2...6 м с градацией 0,25 м. Пиловочное сырьё для выработки пилопродукции специального назначения при том же разделении на группы по толщине имеет иные размеры по длине (табл.2.2). Все пиловочные бревна должны иметь припуск по длине 2-5 см, который не входит в учитываемый объём сырья.

Таблица 2.2

Назначение пилопродукции	Диапазон длин бревен, м.	Градация, м
Пиломатериалы экспортные по ГОСТ 26002-83Э	4,07,0	0,3
Пиломатериалы экспортные по ГОСТ 9302- 83Э	4,0 8,0	0,25
Пиломатериалы резонансные, карандашная дощечка	3,06,5	0,5

Одна из существенных характеристик формы бревна – сбеги определяется по изменению диаметра бревна на один метр длины. Сбег варьирует в достаточно широких пределах в зависимости от породы древесины, условий её произрастания и места вырезки бревна из хлыста (вершинное, срединное, комлевое) и поэтому характеризуется только усредненными числами. Величина сбега не нормируется, однако в практике раскроя древесины всегда учитывается при расчёте поставок на распиловку.

Степень поражения пиловочных бревен пороками и встречаемость этих пороков зависят от породы древесины, сорта и толщины бревен, района произрастания. Однако на первом плане остаются сучки, гнили, искажения формы. Оба стандарта на круглые лесоматериалы разделяют сырьё по качеству на три сорта (1-й, 2-й и 3-й). Размерно-качественные характеристики пиловочного сырья по группам пород приведены в таблицах 2.3 – 2.5 (данные ЦНИИМОД).

Приведенный в таблицах размерно-качественный состав пиловочного сырья получен на основании многолетних наблюдений и достаточно устойчив по годам. Для отдельных областей и, тем более, предприятий требуется организация собственного учёта пиловочного сырья и уточнения размерно-качественного состава по результатам приёмки и переработки. По установившейся практике работы на предприятиях дополнительно регистрируется следующая информация, характеризующая размерный состав пиловочного сырья как некую совокупность случайных объектов:

- спецификация пиловочного сырья (по вершинному диаметру);
- средний объём бревна;
- средний диаметр бревна;
- средняя длина бревна (по каждому диаметру и по всему объёму).

Таблица 2.3

Состав пиловочного сырья хвойных пород в % (по ГОСТ 9463-88)

Макрозона	Средние лесоматериалы (14-24 см) по сортам			Крупные лесоматериалы (26 см и более) по сортам		
	1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
Европейская часть	39, 7	19, 3	18, 4	10, 6	5, 6	6, 4
Урал	26, 6	19, 2	25, 3	14, 4	7, 3	7, 2
Сибирь и Д.Восток	18, 5	14, 5	22, 1	16, 8	10, 6	17, 5
По стране	28, 1	17, 0	21, 0	14, 2	8, 1	11, 6

Таблица 2.4

**Состав пиловочного сырья мягких лиственных пород (береза, осина) в %
(по ГОСТ 9462-88)**

Макрозона	Средние лесоматериалы (14-24 см) по сортам			Крупные лесоматериалы (26 см и более) по сортам		
	1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
Европейская часть	19, 8	20, 5	27, 7	12, 5	9, 3	10, 2
Урал	25, 4	25, 8	19, 3	11, 2	12, 3	6, 0
Сибирь и Д.Восток	12, 6	21, 4	28, 8	10, 1	11, 4	15, 7
По стране	20, 9	22, 2	24, 1	12, 0	10, 8	10, 0

Таблица 2.5

**Состав пиловочного сырья твердых лиственных пород в %
(по ГОСТ 9462-88)**

Макрозона	Средние лесоматериалы (14-24 см) по сортам			Крупные лесоматериалы (26 см и более) по сортам		
	1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
Европейская часть	13, 0	13, 7	31, 3	8, 0	5, 4	28, 6
Сибирь и Д.Восток	8, 4	16, 2	17, 1	16, 6	21, 3	20, 4
По стране	14, 3	15, 4	23, 4	12, 7	14, 7	19, 5

Эта информация необходима для прогнозирования производства, проведения технологических расчётов и контроля за тенденциями изменения характеристик на рынке пиловочного сырья.

2.5. Пороки древесины в пилопродукции и круглых лесоматериалах

В соответствии с действующей нормативной документацией пороками «считают недостатки отдельных участков древесины, понижающие её качество и ограничивающие возможность её использования». Различают девять групп пороков древесины:

- 1) сучки;
- 2) трещины;
- 3) пороки формы ствола;
- 4) пороки строения древесины;
- 5) химические окраски;
- 6) грибные поражения;
- 7) биологические повреждения;
- 8) инородные включения, механические повреждения;
- 9) покоробленности.

В круглых лесоматериалах учитываются пороки первой–четвертой и седьмой–восьмой групп, в пилопродукции – все группы пороков, естественно исключая третью группу. Пороки восьмой и девятой групп у пилопродукции классифицируются как дефекты обработки. Внутри групп пороков определены виды и разновидности пороков, более половины которых относятся к пилопродукции и частично к шпону. Часть видов пороков относится только к хвойным или только к лиственным породам. Всего к круглым лесоматериалам относится 40 видов и 86 разновидностей пороков, однако в силу различной встречаемости к основным следует отнести первые четыре группы пороков, которые условно называют пороками растущего дерева.

Первая группа – сучки.

Сучок – часть ветви, заключенная в древесине ствола. В том случае, когда сучок выходит на боковую поверхность круглого лесоматериала, он называется открытым. По соотношению меньшего и большего размеров поперечного сечения (среза) сучок может быть круглым, овальным и продолговатым. По степени срастания сучка с окружающей его древесиной различаются сросшийся сучок (срастание на протяжении не менее 3/4 периметра среза), частично сросшийся (срастание от 1/4 до 3/4 периметра) и несросшийся. По пораженности гнилями классифицируют здоровый сучок (древесина без признаков гнили), загнивший (гнилью поражено не более 1/3 площади разреза), гнилой (поражено более 1/3 площади разреза) и табачный сучок (древесина полностью или частично превратилась в рыхлую массу).

Вторая группа – трещины.

Трещина – разрыв древесины вдоль волокон. У круглых лесоматериалов наиболее часто наблюдаются трещины на торцах в радиальном направле-

нии (метиковые, морозные трещины и трещины усушки), реже на торцах в виде дуговых или кольцевых растрескиваний (отлупные трещины) или на боковых поверхностях (боковые).

Третья группа – пороки формы ствола. Эта группа пороков принадлежит только круглым лесоматериалам и включает в себя *сбежистость, закомелистость, овальность ствола, нарост на стволе, кривизна ствола.*

Сбежистость – постепенное уменьшение диаметра круглых лесоматериалов на всем их протяжении, превышающее нормальный сбег, равный 1 см на 1 м длины сортимента.

Закомелистость – резкое увеличение диаметра комлевого диаметра круглых лесоматериалов, когда диаметр комлевого торца не менее чем в 1,2 раза превышает диаметр сортимента, измеренный на расстоянии 1 м от комля. В зависимости от формы среза закомелистость может быть овальной (комлевой диаметр ограничивается выпуклой кривой) или ребристой (ограничивающая кривая – невыпуклая).

Овальность ствола – форма поперечного торца резко отличается от круга, причём больший диаметр не менее чем в 1,5 раза превышает меньший.

Нарост на стволе – резкое местное утолщение ствола различной формы и размера (более характерен для лиственных пород).

Кривизна ствола – отклонение продольной оси сортимента от прямой линии, обусловленное искривлением ствола растущего дерева. В случае, когда имеет место один изгиб ствола, кривизна называется простой, при наличии более чем одного изгиба в одной или нескольких плоскостях кривизна считается сложной.

Четвёртая группа – пороки строения древесины.

Пороки этой группы присущи и круглым лесоматериалам, и пилопродукции, но к пиловочному сырью относят только ту их часть, которая может быть идентифицирована визуально или инструментально при обследовании или браковке бревен. К таким порокам отнесены наклон волокон, крень, тяговая и свилеватая древесина, сердцевина, пасынок, сухобокость, прорость, рак, засмолок, ложное ядро, пятнистость древесины, внутренняя заболонь и водослой.

Наклон волокон – отклонение направления волокон от продольной оси лесоматериалов. *Крень* – изменение строения древесины в сжатой зоне ствола и сучьев, проявляющееся в виде кажущегося резкого утолщения поздней древесины годовичных слоев. Этот порок свойственен искривленным и наклонным стволам и сучьям деревьев хвойных пород, особенно ели. На торцевых срезах наблюдается в виде дугообразных, реже кольцевых участков темно окрашенной древесины. В зависимости от степени развития крень может быть местной и сплошной.

Тяговая древесина – изменение строения древесины в растянутой зоне древесины стволов и сучьев, проявляющееся в резком увеличении ширины годовых слоев. Порок характерен только для лиственных пород и проявляется на торцовых срезах в виде дугообразных участков.

Свилеватая древесина – извилистое или беспорядочное расположение волокон древесины. Этот порок характерен, в основном, для лиственных пород и чаще проявляется в комлевой части лесоматериалов. В зависимости от характера взаимного расположения волокон различают свилеватость волнистую и путаную. При визуальном обследовании круглых лесоматериалов свилеватость практически не определяется и проявляется на продольных срезах после распиловки бревна.

Сердцевина – узкая центральная часть ствола, состоящая из рыхлой древесины, характеризующаяся бурым или более светлым, чем у окружающей древесины, цветом. На торцовых срезах круглых сортиментов выявляется в виде пятна различной формы небольшого размера. У стволов с овальным поперечным сечением (см. выше *овальность ствола*) сердцевина может быть двойной или смещённой.

Пасынок – отставшая в росте или отмершая вторая вершина, пронизывающая сортимент под острым углом к продольной оси ствола на значительной его протяженности. На боковой поверхности круглых лесоматериалов пасынок проявляется в виде вытянутого овала (один диаметр превышает другой более чем в 4 раза).

Сухобокость – омертвевший в процессе роста ствола участок дерева в результате поверхностных повреждений (ушиб, заруб). Пораженный сухобокостью участок древесины обычно лишен коры и вытянут по продольной оси ствола. Поверхность участка углублена по отношению к остальной части ствола и окаймлена наплывами в форме валиков.

Прорость – зарастающая или заросшая рана, сопровождающаяся радиальной щелевидной полостью, как правило, заполненной остатками коры и омертвевшими тканями. В зависимости от степени зарастания прорость у круглых лесоматериалов может быть открытой и закрытой.

Рак – углубление или вздутие, возникающее на поверхности растущего дерева в результате деятельности грибов или бактерий. В зависимости от характера повреждения и развития различают открытый или закрытый рак.

Из всей перечисленной совокупности к основным, сортотипизирующим порокам относятся (в порядке встречаемости) сучки, гнили, кривизна и трещины. Их соотношение и степень развития зависят от породы древесины и условий её произрастания.

2.6. Дефекты обработки, нормируемые в пилопродукции

На качество пилопродукции, кроме пороков древесины, влияют и дефекты, проявляющиеся в процессе обработки. К таким дефектам нормативно-технологические документы на пиломатериалы и заготовки относят скол пропила на торцах, покоробленность, механические повреждения, такие как сколы, вырывы, наколы, вмятины. Эти дефекты являются, в основном, следствием нарушения технологических режимов, то есть имеют антропогенный характер. Существует ещё один дефект обработки, который является следствием комплекса причин – это шероховатость поверхности. Все стандарты технических требований на пиломатериалы и заготовки ограничивают шероховатость, поскольку она, как и пороки древесины, формирует впечатление от внешнего вида продукции.

При обработке древесины и древесных материалов на поверхности формируются неровности, величина которых характеризует шероховатость. Различают следующие неровности:

1. Анатомические неровности. Неровности обработанной древесины, образованные вскрытыми полостями сосудов или клеток.
2. Структурные неровности. Неровности поверхности плит и деталей, спрессованных из древесных частиц со связующим или без него, обусловленные формой, размерами и расположением этих частиц на поверхности.
3. Неровности упругого восстановления. Неровности, образующиеся в результате неодинаковой величины упругого восстановления на участках поверхностного слоя с различной твёрдостью и плотностью после обработки режущим инструментом.
4. Неровности разрушения древесины. Неровности, образованные в результате вырыва или выколов пучков волокон древесины.
5. Риски на поверхности древесины. Периодически повторяющиеся глубокие следы, оставленные на поверхности древесины режущими инструментами.
6. Волнистость. Неплоский пропил или неровности поверхности древесины в виде закономерно чередующихся возвышений и впадин дугообразного профиля.
7. Ворсистость. Присутствие на поверхности лесоматериала часто расположенных неполностью отделенных волокон древесины.
8. Мшистость. Присутствие на поверхности лесоматериала часто расположенных пучков неполностью отделенных волокон и мелких частиц древесины.

Установление параметров шероховатости регламентируется ГОСТ 7016–82 «Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности». В соответствии с этим стандартом шероховатость древесины и древесных материалов характеризуется числовыми значениями параметров неровностей (риски, неровности разрушения, неровности упругого восстановления а также структурные неровности древесных плит), а также наличием или отсутствием ворсистости и мшистости на обработанных поверхностях. Требования к шероховатости устанавливаются без учёта анатомических неровностей и не включают в себя ограничения по механическим повреждениям и порокам в виде резко выделяющихся отдельных неровностей (царапин, выколов и др.).

1. $R_{M \max}$ – среднее арифметическое отдельных наибольших неровностей, вычисленное по формуле:

$$R_{M \max} = \frac{\sum H_{\max j}}{n},$$

где $H_{\max j}$ – наибольшее расстояние от высшей до низшей точки i -й у наибольшей неровности; n – число наибольших неровностей (не менее 5).

2. R_M – наибольшая высота неровностей профиля, вычисленная по формуле:

$$R_M = y_{P \max} + y_{V \max},$$

где $y_{P \max}$ – расстояние от средней линии профиля до высшей точки профиля в пределах базовой длины; $y_{V \max}$ – расстояние от средней линии профиля до низшей точки профиля в пределах базовой длины.

3. R_Z – высота неровностей профиля по 10 точкам при отсчёте от базовой линии, вычисленная по формуле:

$$R_Z = \frac{1}{N} (\sum h_{\max j} - \sum h_{\min i}).$$

4. R_A – среднее арифметическое абсолютных отклонений профиля, вычисленное по формуле:

$$R_A = \frac{1}{L} \int y(x) dx.$$

5. S_Z – средний шаг неровностей профиля по впадинам, вычисленный по формуле:

$$S_Z = \frac{1}{n} \sum S_{Zi},$$

где S_{Zi} – шаг i -й неровности по впадинам; n – число шагов неровностей по впадинам.

Этот параметр является вспомогательным и применяется вместе с R_A или R_Z .

Глава 3. РАСКРОЙ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ

3.1. Основные схемы раскроя пиловочного сырья

В зависимости от количества одновременно выполняемых пропилов, то есть от количества одномоментно отделяемых частей бревна, различают индивидуальный и групповой способы распиловки.

При индивидуальной распиловке производится последовательное отделение частей бревна (горбылей и досок) одним режущим инструментом. При групповом способе раскрой бревна выполняется системой (группой) режущих инструментов с одновременным образованием нескольких пропилов.

По расположению пропилов относительно продольной оси бревна распиловка производится параллельно оси бревна или параллельно его образующей (точнее параллельно плоскости, касательной к образующей бревна).

В зависимости от взаимного расположения пропилов и их положения относительно диаметральной плоскости бревна различают пять основных способов распиловки:

- развальный;
- брусово-развальный;
- круговой;
- сегментный;
- секторный.

При развальном способе распиловки плоскости всех пропилов параллельны друг другу (рис.3.1.а), при брусово-развальном способе бревно параллельными пропилами вначале разделяется на доски из боковой зоны и брусья (обычно не более трех) из средней зоны торца бревна. Брусья разделяются на доски параллельными пропилами после поворота их на 90^0 (рис.3.1.б, в, г). Круговой способ отличается тем, что после отделения одной или нескольких досок серией параллельных пропилов бревно поворачивается на 90^0 и цикл повторяется до окончания распиловки (рис.3.1.е). Сегментный способ характерен тем, что из серединной части торца бревна выкраивается брус (брусово-сегментный способ) или несколько досок (развально-сегментный способ), а получившиеся боковые сегменты распиливаются на доски или бруски после поворота сегмента на плась (рис.3.1.д). Секторный способ получил свое название от формы полуфабрикатов, на которые раскраивается торец бревна. В этом случае бревно раскраивается на четыре или более сектора серией пропилов, расположенных в диаметральных плоскостях бревна. Полученные полуфабрикаты раскраиваются параллельными пропилами на радиальные или тангентальные доски и заготовки (рис.3.1.ж).

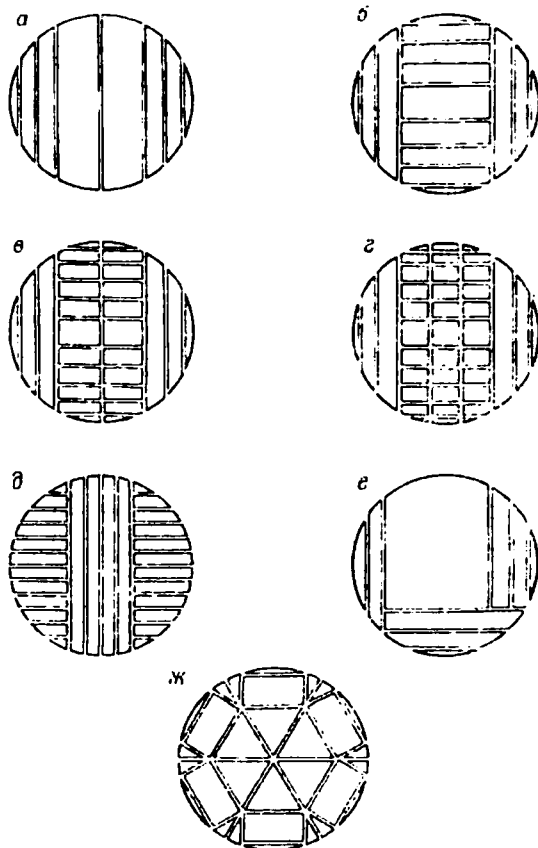


Рис. 3.1. Способы раскря пиловочного сырья:
 а – развальный, б, в, г – брусово-развальный,
 д – развально-сегментный, е – круговой, ж – секторный

Каждый из перечисленных способов имеет свои особенности, определяющие области их применения. Развальный, брусово-развальный и сегментный способы могут быть реализованы и при индивидуальной, и при групповой распиловке, реализация кругового и секторного способов возможна только при индивидуальной распиловке. Развальный и брусово-развальный способы не позволяют получать пиломатериалы с заданным направлением годовых слоев. Круговой, сегментный и секторный способы, напротив, дают продукцию радиального или тангентального распила, поэтому их относят к одной группе – группе способов с ориентированной распиловкой. Неодинаковы и возможно-

сти применения распиловки параллельно образующей для каждого из пяти способов.

Следует отметить, что в последние годы, особенно за рубежом, публикуется и патентуется много новых способов раскroy под различными наименованиями, однако при внимательном рассмотрении все они оказываются лишь модификациями перечисленных выше пяти способов распиловки.

3.2. Рациональный раскroy сырья и критерии его оценки

Поскольку раскroy пиловочного сырья является сутью технологического процесса лесопиления и во многом определяет затраты на производство продукции, то он должен обеспечивать:

- рациональное использование пиловочного сырья на основную и попутную продукцию;
- соответствие размерно-качественных характеристик продукции требованиям заказчика.

Для оценки степени выполнения этих требований используют четыре следующих критерия:

- количественный (или объёмный) выход;
- качественный выход;
- спецификационный выход;
- коэффициент комплексного использования сырья.

Количественный (объёмный) выход. Количественным или объёмным выходом принято называть количество пиломатериалов номинальных размеров, полученное из единицы объёма сырья, выраженное в процентах, то есть:

$$O = \frac{A}{Q} 100\%, \quad (3.1)$$

где A – объём пиломатериалов номинальных размеров в кубических метрах;
 Q – объём сырья в кубических метрах.

Объёмный выход отражает степень использования сырья по объёму при его распиловке, но без учёта качества пиломатериалов и их соответствия требованиям заказчика.

Качественный выход. При переработке пиловочного сырья получают пилопродукцию, различающуюся по размерам, качеству древесины и качеству обработки, которая разбраковывается по сортам (или группам сортов) в соответствии с одним из действующих нормативных документов. Каждой из этих размерно-качественных групп присваивается коэффициент сортности в соответствии с действующей узаконенной системой ценностных коэффициентов. Качественный выход представляет собой средневзвешенный коэффициент

сортности партии пиломатериалов, выработанных по отдельному заказу или за определенный период времени, и вычисляется по формуле:

$$C = \frac{A_1 K_1 + A_2 K_2 + \dots + A_N K_N}{A_1 + A_2 + \dots + A_N} = \frac{\sum A_i K_i}{\sum A_i}, \quad (3.2)$$

где K_i – коэффициент сортности i -ой размерно-качественной группы пиломатериалов; A_i – объём пиломатериалов этой размерно-качественной группы.

Показатель качественного выхода, как и коэффициенты сортности, является безразмерной величиной. Не следует путать качественный выход с по-сортным, который показывает выход пиломатериалов *по каждому сорту*.

Спецификационный выход. Спецификационный выход свидетельствует о степени выполнения предприятием планового задания по выпуску определенных сортиментов (спецификации), составляемого на основании заключенных договоров на поставку пилопродукции. Под влиянием ряда объективных факторов количество каждого из заказанных сортиментов бывает больше или меньше задания. Эти отклонения носят название «перепилов» (указывается в отчётности со знаком плюс) и «недопилов» (указывается со знаком минус). Спецификационный выход определяется как отношение объёма пиломатериалов, выработанных по заданной спецификации, к общему объёму переработанного сырья, выраженное в процентах:

$$C_{cn} = \frac{A_{cn}}{Q} 100\%, \quad (3.3)$$

где A_{cn} – объём пиломатериалов, соответствующих заданной спецификации в м^3 ; Q – объём пиловочного сырья в м^3 .

Коэффициент комплексного использования пиловочного сырья. Этот показатель характеризует полноту использования потенциала древесного сырья на выработку основной и попутной продукции. Он вычисляется как отношение суммы объёмов всей продукции, выработанной по заказам потребителя и использованной внутри предприятия на технологические и энергетические нужды, к общему объёму переработанного древесного сырья:

$$K_{KIC} = \frac{A_T + V_{TЩ} + V_{Э} + A_{TH} + V_P}{Q} 100\%, \quad (3.4)$$

где A_T – объём товарных пиломатериалов в м^3 ; A_{TH} – объём пиломатериалов, использованных для внутризаводской переработки и на технологические нужды, в м^3 ; $V_{TЩ}$ – объём технологической щепы, реализованной на сторону, в плотных м^3 ; $V_{Э}$ – объём щепы, отсева от щепы, кусковых и мягких (сыпучих) отходов, использованных на энергетические цели, в плотных м^3 ; V_P – объём

кусовых и мягких (сыпучих) отходов, реализованных на сторону, в плотных м^3 ; Q – общий объём переработанного древесного сырья в м^3 .

В практике работы предприятий используются и другие показатели, такие как стоимость сырья, затраченного на производство единицы объема пиломатериалов, затраты на единицу стоимости товарной продукции, стоимость продукции, выработанной из единицы объема сырья, однако для оценки рациональности раскроя сырья они не применяются, так как отражают совокупное влияние не только технологических параметров, но всего комплекса производственных и внешних экономических факторов, включая состояние рынков сбыта.

3.3. Поставы на распиловку

Под термином «постав» подразумевают схему раскроя бревна на пиломатериалы заданных размеров и качества. Постав предопределяет расстановку пил и (или) последовательность формирования сечения пилопродукции в лесопильных станках, потоках и линиях для принятого способа раскроя. Постав рассчитывается исходя из требования оптимального раскроя бревен, то есть обеспечения наибольшего количественного и качественного выходов при заданной спецификации. Поскольку оптимизация по трём указанным критериям одновременно едва ли возможна, то в каждом отдельном случае один из них является ведущим, а остальные выступают в качестве ограничений.

По расположению в поставе относительно диаметральной плоскости бревна доски могут быть сердцевинными, центральными и боковыми. Сердцевинная доска выпиливается из срединной части бревна и ограничивающие её плоскости пропилов полностью охватывают сердцевину. Центральные доски – это две смежные доски, выпиленные из центральной части бревна, разделяющая их плоскость пропила совпадает с диаметральной плоскостью бревна. Все прочие доски, находящиеся за пределами сердцевинной и центральных досок, называются боковыми. В практике лесопиления крайние боковые доски поставы часто называют подгорбыльными.

По числу досок поставы могут быть чётными (с двумя центральными досками или двумя брусьями – рис. 3.а) или нечётными (с одной сердцевинной доской, одним или тремя брусьями – рис.3.б). По расположению досок относительно оси бревна поставы могут быть симметричными и несимметричными. В симметричных поставках плоскости пропилов попарно симметричны относительно оси бревна.

Существуют различные способы записи поставов. В наиболее простом случае указывается диаметр бревна и номинальные толщины досок в порядке их расположения в поставе:

$$d = 20 \text{ см } 19\text{мм} - 19\text{мм} - 50\text{мм} - 50\text{мм} - 19\text{мм} - 19 \text{ мм}$$

Практикуется и другой способ записи – от центра постава к периферии в виде дроби, у которой числитель указывает число досок, а знаменатель – их толщину, иногда опуская размерность:

$$d = 20 \text{ см } \frac{2}{50 \text{ мм}} \frac{2}{19 \text{ мм}} \frac{2}{19 \text{ мм}} \quad \text{или} \quad \frac{2}{50 \text{ мм}} \frac{4}{19 \text{ мм}}$$

В более удобном виде этот же постав записывается в строку

$$d = 20 \text{ см } 2 \times 50 \text{ мм}; 2 \times 19 \text{ мм}; 2 \times 19 \text{ мм или } 2 \times 50 \text{ мм}; 4 \times 19 \text{ мм.}$$

В тех случаях, когда способ раскроя предусматривает поворот бревна, постав записывается в две строки:

$$d = 20 \text{ см } 1 \times 100 \text{ мм}; 2 \times 19 \text{ мм}; 2 \times 19 \text{ мм} \\ 2 \times 50 \text{ мм}; 2 \times 19 \text{ мм}; 2 \times 19 \text{ мм}$$

Указанные выше способы записи поставов вполне приемлемы и широко практикуются на предприятиях при выдаче заданий на распиловку. В технологической документации при расчётах рекомендуется полная запись поставов с указанием толщины, ширины и длины получающихся досок.

Составление и расчёт поставов может выполняться с помощью специальных программ на персональных ЭВМ или вручную, аналитическим или графическим методом. Наиболее прост и нагляден графический метод, когда используется так называемый график – квадрант, представляющий собой четверть торцовой проекции бревна, на который наносятся изображения или накладываются шаблоны торцовых срезов выпиливаемых досок (рис. 3.2).

3.4. Основные положения теории раскроя пиловочного сырья

В теории раскроя пиловочного сырья принимается, что бревно представляет собой усечённый параболоид вращения или усечённый конус. В любом случае имеется тело вращения, характеризующееся диаметрами в вершинном и комлевом торцах и длиной. При составлении постава руководствуются основными положениями теории раскроя пиловочного сырья, спецификацией имеющегося в распоряжении пиловочника и заданной спецификацией пилопродукции. Кроме того, все номинальные размеры пиломатериалов увеличиваются на величину припуска на усушку, размер которой зависит от породы древесины, влажности древесины, для которой задан номинальный размер, и влажности распиливаемой древесины.

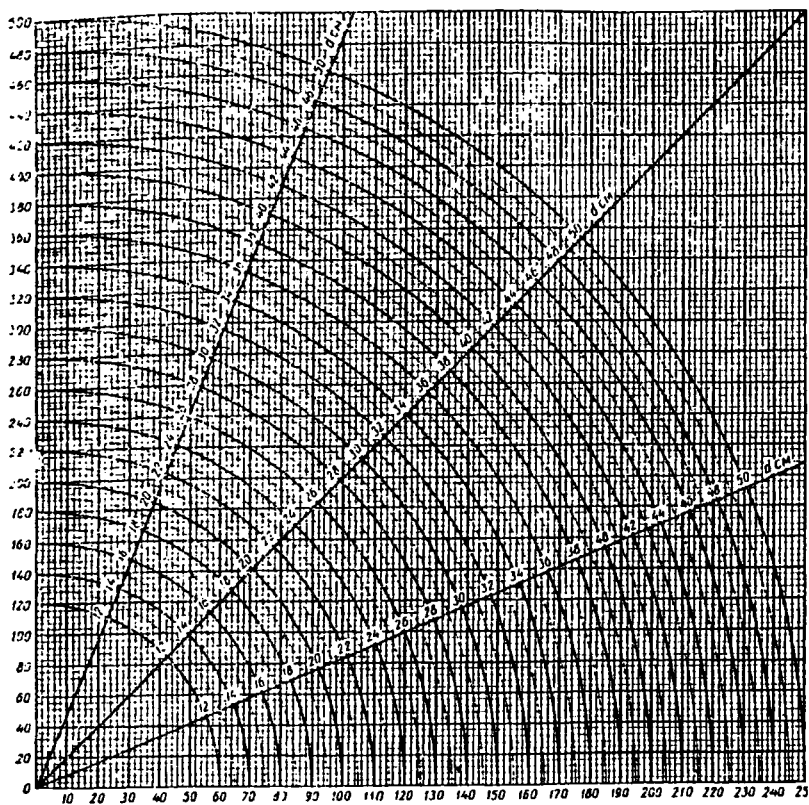


Рис. 3.2. График – квадрант для составления поставов на распиловку

Уменьшение диаметра бревна от комля к вершине, приходящееся на единицу длины, называют сбегом.

$$S_{CP} = \frac{D_K - d_B}{L}, \quad (3.5)$$

где S_{CP} – средний сбег в см/м; D_K – диаметр бревна в комле (см); d_B – диаметр бревна в вершине (см); L – длина бревна (м).

По данным Г.Г.Титкова, для технологических расчётов величину сбega рекомендуется принимать в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1

Диаметр бревна в вершине, см	Средний сбег в см / м	Диаметр бревна в вершине, см	Средний сбег в 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		

Из-за наличия сбega весь объём бревна разделяют на цилиндрическую часть (цилиндр с основанием в виде вершинного торца) и выходящую за её пределы зону сбega. Сбег оказался одним из наиболее сложных факторов, которые необходимо было учитывать при разработке теории раскroя пиловочного сырьa.

Считается, что первой основополагающей работой, посвящённой теории раскroя пиловочного сырьa в СССР, была книга Х.Л.Фельдмана «Система максимальных поставов на распиловку». Он обосновал следующие положения:

- существует основной постав, вписываемый в торец бревна, и дополнительный, использующий зону сбega;
- сечение бруса, соответствующего максимальному выходу, представляет собой квадрат, вписанный в вершинный торец бруса;
- основной брусовой постав образуется квадратным брусом со стороной $1.41 R$, где R - радиус вершинного торца, и четырьмя тонкими досками толщиной $0.2 R$;
- существует некоторая зона $C_{кр}$, в которой длина всех досок равна длине бревна, за пределами этой зоны для получения максимального выхода доски подлежат укорочению, причём

$$C_{кр} = (1,5d^2 - 0,5D^2)^{1/2}; \quad (3.6)$$

- пласти досок, выпиленных за пределами $C_{кр}$, ограничены параболой или частью её;
- величина укорочения необрезной доски, пластъ которой ограничена полной параболой, равна $1/3$ её длины;
- оптимальная ширина обрезки необрезной доски, выпиленной за пределами $C_{кр}$, составляет $0,577$ от ширины её наружной пласти в комлевом торце;
- основной брусовой постав может быть преобразован в развальный постав из пяти досок по следующей схеме $0.2 R - 0.27 R - 0.86 R - 0.27 R - 0.2 R$.

В дальнейшем усилиями Д.Ф.Шапира, Г.Г.Титкова, М.Н.Гутермана, Г.Д.Власова Н.А.Батина, В.А.Залгаллера и других учёных положения теории раскроя были доработаны и представлены в виде вспомогательных таблиц и графиков. Кроме того, Г.Г. Титковым была предложена формула для определения предельного охвата диаметра бревна поставом

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \left[\frac{D^2 - b_{\text{мин}}^2}{d^2} - \left(\frac{D^2 - d^2}{d^2} \right) \frac{l_{\text{мин}}}{L} \right]^{1/2}, \quad (3.7)$$

где D – диаметр бревна в комле; d – диаметр бревна в вершине; L – длина бревна; $b_{\text{мин}}$ – наименьшая ширина обрезной доски; $l_{\text{мин}}$ – наименьшая длина обрезной доски.

3.5. Баланс сырья

Баланс сырья представляет собой сводку полученной или планируемой продукции, отходов и потерь древесины. Сущность расчета баланса пиловочного сырья состоит в количественном определении отдельных статей баланса, исходя из предположения, что все они в сумме должны составлять 100%. Принято отображать баланс сырья в виде таблицы, где отдельные статьи даются построчно в фактических объёмах или в процентах. В структуру баланса входят: продукция; отходы; потери.

Отходы древесины разделяют на четыре группы:

- зависящие от применяемых оборудования и инструмента;
- зависящие от формы сырья;
- зависящие от качества древесины;
- сопутствующие (внебалансовые) отходы.

К отходам первой группы относятся опилки, к второй – рейки, горбыли и торцовые срезки, появление которых связано с несовпадением геометрической формы исходного сырья и получаемого полуфабриката. К третьей группе относят отрезки досок, необходимые для удаления пороков древесины и дефектов обработки, не соответствующих требованиям и ограничениям по качеству. Отходы второй и третьей групп обычно объединяют под общим названием «кусковые отходы». К сопутствующим отходам относится кора (отходы окорки), которые не учтены в объеме сырья и являются внебалансовыми.

К потерям относятся припуски на усушку и распыл. Припуски на усушку обусловлены свойством древесины изменять свои геометрические размеры и форму при изменении влажности. Величина припуска на усушку зависит от разницы начальной и конечной влажности, в силу анизотропии свойств древесины резко различается в зависимости от ориентации волокон древесины и определяется нормативными документами.

В практике работы предприятий часть отходов или полностью отходы используются на технологические или энергетические нужды, либо реализуются на сторону в переработанном виде. В этом случае полученная попутная продукция отражается в балансе в виде подчиненной строки (или подчиненных строк) после наименования вида отходов. Итоговые результаты расчёта баланса сырья или отчётный фактический баланс оформляются в виде таблицы. Ниже для примера (табл. 3.2.) приведён расчётный баланс на 1000 кубометров сырья.

Количество отходов окорки, учитываемых вне баланса, зависит от породы распиливаемой древесины и, как правило, составляет 10 - 12 % при поставке неокорённых брёвен. При поставке сырья сплавом количество отходов окорки может уменьшаться за счёт потери части коры во время транспортирования.

Таблица 3.2

Расчётный баланс хвойного пиловочного сырья при выработке пиломатериалов по ГОСТ 26002 – 83 (Европейская часть РФ)

Статьи баланса (продукция, отходы и потери)	Выход	
	куб. м.	%
Экспортная пилопродукция, всего	391.0	39.1
в том числе по видам:		
- пиломатериалы длиной 2.7 м и более	373.0	37.3
- длиной 0.45 – 2.4 м	18.0	1.8
Попутная пилопродукция, всего	170.0	17.0
В том числе по видам:		
- пиломатериалы длиной 1 м и более	124.0	12.4
- длиной 0.5 – 0.9 м	20.0	2.0
- обапал	26.0	2.6
Итого пилопродукции	561.0	56.1
Кусковые отходы, всего	253.0	25.3
из них:		
- использовано на техн. щепу	228.0	22.8
- отходы - отсев щепы	25.0	2.5
Опилки	140.0	14.0
Усушка и распыл	46.0	4.6
Всего	1000.0	100.0
Отходы окорки (вне баланса)	120.0	12.0

Глава 4. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

4.1. Производственный и технологический процессы. Определения

При рассмотрении вопросов, связанных с выпуском продукции любого вида, часто смешивают два разных понятия – производственный процесс и технологический процесс, считая в то же время, что объектом внимания является только технологический процесс. Для того чтобы не допустить подобных ошибок проблемы, рассмотрим основные определения.

Производственный процесс – совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта продукции (ГОСТ 14.004-83).

Технология – совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. Этот термин применяют также для обозначения самих операций добычи, обработки, транспортировки, хранения, контроля, являющихся частью общего производственного процесса.

Другое определение. Технология есть совокупность средств и технологических методов, применяемых в сфере производства или получения готового изделия.

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предметов труда (ГОСТ 3.1109-82).

Современное предприятие по производству пилопродукции может содержать следующие технологические участки:

- подготовка сырья к распиловке;
- формирование сечения пилопродукции;
- торцовка и сортировка пилопродукции;
- гидротермическая обработка (сушка) пиломатериалов;
- обработка и сортировка пиломатериалов после сушки;
- раскрой пиломатериалов на заготовки и склеивание;
- производство калиброванной и строганной пилопродукции.

В сочетании с другими участками и службами (выгрузка и приёмка сырья, отгрузка продукции, внутризаводские транспортно-технологические системы, подготовка инструмента, наладка и техническое обслуживание оборудования и т.п.) технологический процесс формирует производственный процесс предприятия.

4.2. Основные технологические операции лесопильно-деревообрабатывающего производства

Для лесопильно-деревообрабатывающей промышленности, которая имеет дело с обработкой цельной (массивной) древесины, характерны следующие технологические операции:

- поперечный раскрой круглых лесоматериалов (раскряжевка);
- размерно-качественная сортировка круглых лесоматериалов;
- окорка бревен;
- продольный раскрой бревен и брусьев;
- продольный и поперечный раскрой (деление) досок;
- размерно-качественная сортировка пилопродукции;
- гидротермическая и защитная обработка древесины;
- обработка пиломатериалов после сушки, пакетирование;
- калибрование и продольная строжка* пилопродукции;
- измельчение и сортирование кусковых отходов лесопиления и деревообработки;
- утилизация мягких и сыпучих отходов лесопиления и деревообработки.

Структура технологического процесса (без операции раскряжёвки) приведена на рисунке 4.1.

Перечень технологических операций показывает, что подавляющая часть их связана с процессами механической обработки древесины, то есть с различными видами резания древесины. Этим объясняется, что исторически наибольшее внимание всегда уделялось распиловке брёвен, брусьев и досок. В последнее время всё большее внимание уделяется операциям сортировки сырья и полуфабрикатов и углублению переработки древесины. Гидротермическая и защитная обработка древесины технологически и организационно отличаются от остальных операций производства пилопродукции и поэтому служат предметом изучения в других дисциплинах.

4.3. Поперечный раскрой круглых лесоматериалов

Поперечный раскрой (раскряжевка) круглых лесоматериалов производится в тех случаях, когда длина круглых лесоматериалов, поставляемых на предприятие, превышает длину пиловочного сырья, определяемую технологическими особенностями или технологическими режимами производства. Считается, что раскряжевка характерна только для тех лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, куда сырьё поступает в хлыстах, однако это не единственный вариант. Поперечный раскрой может применяться, когда брёвна имеют сильную кривизну, местные искажения формы, либо развитую напёрстную гниль. Во всех этих случаях раскряжевка улучшает использование

* Устаревший термин, так как требуемое качество поверхностей пиломатериалов достигается в процессе продольного фрезерования.

древесины, а иногда и повышает производительность оборудования на последующих операциях. Наиболее распространённым в России является станок ЦБ-7, используемый также в раскряжевочных линиях на лесозаготовительных предприятиях.

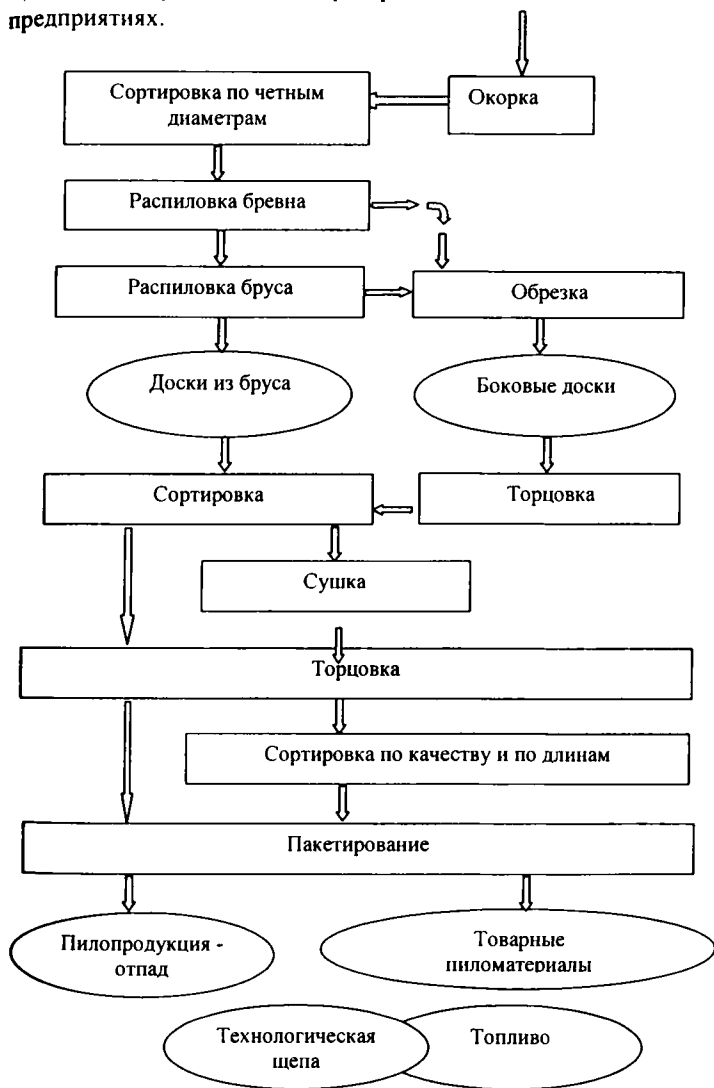


Рис. 4.1. Структура технологического процесса производства товарных пиломатериалов

4.4. Размерно-качественная сортировка брёвен

Размерно-качественная сортировка брёвен имеет своей целью разделение всей совокупности сырья на сортировочные группы в соответствии с принятой на предприятии технологией раскря пиловочного сырья и разработанной системой поставов. В число признаков размерно-качественной группы входят диаметр бревен в вершинном (а иногда и в комлевом) торце, длина бревна и его качество. Для осуществления размерно-качественной сортировки круглых лесоматериалов применяются два типа устройств:

- водные бассейны;
- сухопутные сортировочные конвейеры;

Технология сортировки пиловочного сырья на водных бассейнах проста – это ручное или полумеханизированное перемещение брёвен на воде и распределение их в соответствии с заданной схемой и результатами обмера. Следует отметить, что водные бассейны являются многофункциональным устройством, поскольку они способны выполнять сразу несколько операций: транспортирование, накопление, оттаивание и сортировку брёвен. Подача брёвен в бассейн осуществляется либо сухопутным транспортом, либо по гидрлоткам, составляющим с бассейном замкнутую водную систему. В последние годы крупные и средние предприятия стали отказываться от применения бассейнов по соображениям экономии теплотенергии и из-за ужесточения экологических требований.

Все виды сухопутных линий для размерно-качественной сортировки бревен имеют в своей основе продольный цепной конвейер с различной степенью механизации и автоматизации. В промышленности применяются следующие разновидности сортировочных линий:

- сортировочные конвейеры с ручным сбросом;
- сортировочные конвейеры с визуальным определением размерно-качественных характеристик и электромеханическим управлением сбросом;
- сортировочные конвейеры с визуальным определением размерно-качественных характеристик и электронным управлением сбросом;
- автоматизированные сортировочные конвейеры. За оператором сохраняется функция контроля качественных признаков (порода, отбраковка по качеству).

В последние годы наибольшее распространение получили автоматизированные сортировочные конвейеры.

4.5. Окорка брёвен

Окорка брёвен является составной частью процесса производства технологической щепы для целлюлозного производства, поэтому при других направлениях использования кусковых отходов она не является обязательной. Окорка брёвен может производиться перед размерно-качественной сортиров-

кой или непосредственно перед распиловкой. В первом случае улучшаются условия измерения диаметра бревна, что повышает точность сортировки. При втором варианте упрощается система транспорта отходов окорки, которая объединяется с системой удаления других отходов древесины (опилки, отсев щепы), направляемых на энергетическое использование.

Известны три типа окорочных устройств – *бункерные, роторные и фрезерные*. На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях наиболее распространенными являются окорочные станки роторного типа. Они различаются по диаметру проходного отверстия и количеству роторов (одно- и двухроторные). Иногда они дополняются оцилиндровочными станками, которые сфрезеровывают неровности формы бревна и закомёлок. У некоторых моделей окорочных станков оцилиндровочный модуль (шайба) встроен в конструкцию станка. Оцилиндровка даёт двоякий эффект, улучшая одновременно качество окорки и базирование брёвен в лесопильных станках.

4.6. Продольный раскрой бревен и брусьев

Операция продольного раскроя бревен и брусьев по определению представляет собой продольное деление бревен и брусьев в соответствии с заданной схемой раскроя. Технологическая функция этой операции заключается в формировании элементов поперечного сечения пилопродукции (толщины и ширины). То, какие элементы поперечного сечения и в каком порядке формируются, зависит от применяемой схемы раскроя. При развальном способе раскроя формируются толщины досок, при брусово-развальном – на первом проходе формируются толщина боковых досок и ширины досок из бруса, на втором проходе – толщина всех досок. В случае развально-сегментного способа формируются толщина центральных досок и высота сегментов. Исключение составляет, пожалуй, только секторный способ, при котором на первом проходе происходит формирование базовых поверхностей для последующего раскроя.

Для реализации продольного раскроя брёвен и брусьев применяется четыре типа оборудования:

- лесопильные рамы;
- ленточнопильные станки;
- круглопильные станки;
- фрезернопильные станки и линии.

Каждый из перечисленных типов оборудования имеет свои особенности, которые в определённых условиях могут выступать и как преимущества, и как недостатки.

Кривошипно-ползунный механизм резания лесопильных рам обеспечивает возвратно-поступательное движение пильной рамки с поставом полосо-

вых пил. В зависимости от хода пильной рамки, определяющего габариты машины, лесопильные рамы подразделяются на одно- и двухэтажные. Одним из важнейших технологических параметров лесопильных рам является просвет, который определяет максимальный диаметр перерабатываемого сырья. По этому показателю двухэтажные лесопильные рамы разделяют на узкопросветные (отечественная модель 2Р50), среднепросветные (отечественные 2Р75 и 2Р80) и широкопросветные (отечественная 2Р100). Преимуществом лесопильных рам является высокая точность распиловки и технологическая гибкость. К недостаткам этого типа оборудования относят сравнительно невысокую производительность и необходимость сооружения мощных фундаментов для гашения низкочастотных вибраций, обусловленных характером и амплитудой перемещения пильной рамки.

В ленточнопильных станках резание древесины осуществляется замкнутой полосовой пилой – пильной лентой, перемещаемой на двух шкивах – приводном и натяжном. Основным конструктивным решением для этого типа оборудования является вертикальный однопильный станок с тележечной подачей. Определяющими параметрами для ленточнопильного станка являются диаметр шкивов и ширина полосовой пилы, предопределяющими максимальные размеры перерабатываемого сырья или полуфабрикатов. Так, например, станки с диаметром шкивов до 1250 мм (столярные и делительные станки) могут применяться для раскроя заготовок, толстых досок и горбылей, а при диаметре шкивов 1500 мм и более – для распиловки брёвен и брусьев.

К преимуществам ленточнопильных станков относят возможность осуществления индивидуального раскроя брёвен при сравнительно большой высоте и малой ширине пропила, динамическую уравновешенность и отсутствие вибраций с большой амплитудой. Общеизвестными недостатками ленточнопильного станка являются невысокая точность размеров выпиливаемых пиломатериалов. Широко декларируемая возможность отказа от размерно-качественной сортировки брёвен при использовании однопильного ленточнопильного станка оказалась скорее теоретической, так как хотя бы групповая подсортировка сырья на практике оказалась необходимой. Производительность однопильного ленточнопильного станка из-за необходимости неоднократного прохода бревна через зону резания оказывается даже ниже, чем у лесопильной рамы. Именно в связи с этим совершенствование ленточнопильного оборудования пошло по пути создания многопильных ленточнопильных станков с расположением пильных модулей оппозитно или тандемом. Одновременно получили развитие однопильные горизонтальные ленточнопильные станки, ориентированные для использования на предприятиях с малыми объёмами производства.

Широкое применение для раскря брёвен и брусьев нашли круглопильные станки, как многопильные, так и однопильные. Однопильные круглопильные станки имеют те же преимущества, что и однопильные ленточнопильные станки, однако из-за необходимости применения круглых пил большого диаметра ширина пропила у них больше, что приводит к увеличению отходов древесины в виде опилок. В то же время эти станки неэнергонасыщены и не обладают большой массой, что позволяет использовать их в мобильном варианте. Привод в этом случае может осуществляться от вала отбора мощности обычного трактора.

Многопильные круглопильные станки используют для раскря брёвен диаметром в вершинном торце не более 24 – 26 см, количество пил при этом, как правило, не превышает четырёх. Они обладают большой производительностью, но требовательны к условиям базирования брёвен, поскольку особенности крепления круглой пилы на шпинделе делают её излишне чувствительной к боковым нагрузкам. Проблема базирования у многопильных круглопильных станков лучше решена при распиловке бруса, поэтому именно этот тип оборудования получил наибольшее распространение и в отечественной, и в зарубежной практике в сочетании с другими типами головного оборудования. Максимальное количество пил у станков для распиловки бруса – 12, наиболее распространённое – 8.

Оборудование четвёртой группы – фрезернопильные станки и линии, представляют собой многооперационные машины, которые одновременно с формированием поперечного сечения пиломатериалов производят измельчение части древесины в технологическую щепу. Из самого названия этого оборудования следует, что для реализации этих функций используется сочетание пил и фрез различного типа. Первые образцы оборудования этой группы появились в 70-х годах XX века в России и в Канаде. К настоящему времени определились три разновидности фрезернопильных станков и линий:

- фрезернобрусующие линии;
- однопроходные фрезернопильные линии;
- многопроходные фрезернопильные линии.

Фрезернобрусующая линия представляет собой сочетание подающего устройства, фрезернобрусующего станка и позадистаночного роликового конвейера. Фрезернобрусующий станок оснащен двумя фрезами, которые измельчают боковые зоны бревна с получением технологической щепы. Полученный двухкантный брус распиливается на доски на многопильном круглопильном станке. Обычно фрезернобрусующие станки имеют скорость подачи до 50 метров в минуту. Из экономических соображений на фрезернобрусующих линиях рекомендуется перерабатывать брёвна с диаметром в вершине не более 16 см. При этих условиях линия может перерабатывать до 50 - 60 тыс. м³ сырья в год при двухсменном режиме работы.

Продукцией однопроходных фрезернопильных линий являются обрезные пиломатериалы, получаемые путём формирования и распиливания на части ступенчатого бруса. На этих линиях реализуется развальная схема раскря, которая, как известно, обеспечивает наибольший выход при переработке брёвен диаметром до 18 см в вершинном торце. Однако за рубежом производятся и эксплуатируются линии, рассчитанные и на более широкий диапазон диаметров сырья. Годовая производительность однопроходной линии при двухсменном режиме работы может достигать 100 тыс. м³ по сырью.

Если фрезернобрусующие и однопроходные фрезернопильные линии достаточно компактны и сравнительно невелики по длине, то многопроходные автоматизированные фрезернопильные линии сопоставимы по длине с обычным рамным потоком и даже превышают этот уровень. Конструктивно многопроходная фрезернопильная линия представляет собой комплекс последовательно расположенных базирующих, фрезерных и пильных модулей, формирующих и распиливающих ступенчатый брус. В отличие от однопроходной линии здесь реализуется брусоразвальная схема раскря, и по ходу обработки бревна, а затем и полуфабрикат подвергаются кантовке, то есть повороту вокруг осевой линии бревна. Многопроходные фрезернопильные линии относятся к оборудованию большой единичной мощности и по производительности эквиваленты двух- или трёхпоточному рамному лесопильному цеху.

4.7. Продольный и поперечный раскря досок

В лесопильно-деревообрабатывающих производствах продольный раскря досок (необрезных и обрезных) может производиться в двух направлениях – по ширине и по толщине.

Для продольного раскря досок в лесопилении используются обрезные станки. Их назначение – формирование ширины доски, то есть удаление обзольных кромок. Наиболее распространенной моделью является двухпильный обрезной станок. Из двух пил одна неподвижная, а другая – подвижная, настраиваемая на требуемый размер. Классическим образцом отечественного станка этого типа считается Ц2Д-5А (Ц2Д-7А). Станки с симметричным раздвижением пил, необходимые в автоматизированных системах обрезки, в отечественной промышленности распространения пока не получили. Для предприятий Сибири ранее выпускались трех- и четырехпильные обрезные станки для раскря широких необрезных досок. У всех обрезных станков подача – вальцовая. Наиболее характерной для отечественных станков является скорость подачи 90-120 и реже 150 м/мин. В 80-х годах прошлого столетия на лесозэкспортных предприятиях применялись фрезернообрезные станки (Ц2Д-1ф), которые формировали ширину доски путём измельчения рейки в щепу.

Для раскря обрезных и необрезных досок по ширине на заготовки существует широкий спектр отечественных прирезных станков (ЦДК-5, ЦМР,

ЦА-5, Ц8Д-80). Эти модели отличаются, в основном, количеством пил и в меньшей мере – размерами (толщина и ширина) раскраиваемых досок.

Деление досок по толщине (ребровое деление) производится на одно- и двухшпиндельных круглопильных станках, а при больших высотах пропила – на однопильных ленточнопильных станках.

Операция поперечного раскроя пиломатериалов в лесопильном производстве может иметь два технологических решения:

- позиционная торцовка;
- проходная торцовка.

При позиционной торцовке доска раскраивается без перемещения в поперечном направлении с использованием подъёмных или перемещающихся пильных модулей, при проходной торцовке, напротив, доски перемещаются поперечным цепным конвейером, а пильные модули являются стационарными.

Для позиционной схемы применяются две основных модели торцовочного станка – ЦКБ40-1 и ЦКБ63-1, которые осуществляют перерезание доски при подъёме пилы снизу вверх. В условиях поточного производства их блокируют по два в составе торцовочного стола (комель-вершина) с мерными упорами.

Более разнообразна номенклатура проходных торцовочных установок, которые имеют несколько (2-3) стационарно расположенных пил, а обработка досок производится при их перемещении поперечным цепным конвейером (в направлении оси установки) и перегонными роликовыми конвейерами (в поперечном направлении). Для предприятий средней мощности рекомендуются линии ЛТ-1 и ЛТ-1м, для малых производств – установки ПТ-1У. На предприятиях большой мощности также используется проходная схема, но торцовочные модули чаще всего встраиваются в линии размерно-качественной сортировки пиломатериалов.

В деревообрабатывающем производстве при выработке заготовок операция поперечного раскроя чаще всего осуществляется по позиционной схеме, но здесь предпочтение отдаётся круглопильным станкам с горизонтальным перемещением пилы, поскольку в этом случае обеспечивается надёжное базирование обрабатываемой заготовки.

4.8. Размерно-качественная сортировка пиломатериалов

Размерно-качественная сортировка пиломатериалов в большинстве случаев включает в себя операцию поперечного раскроя (торцовки) и может быть одноэтапной и двухэтапной. При одноэтапной сортировке все пиломатериалы торцуются (хотя бы выборочно) и рассортировываются по размерам поперечного сечения, группам качества и группам длин и укладываются в транспортные пакеты. Сортировка по группам длин в этом случае выполняется вынужденно, так как в противном случае не обеспечивается устойчивость транспортного пакета во время его хранения или транспортирования. При двухэтапной

сортировке пиломатериалы вначале рассортировываются по размерам поперечного сечения и группам длин с отбивкой попутной пилопродукции, «технического» и «древесного» брака. Затем после сушки пиломатериалы раскраиваются по длине и рассортировываются по группам качества и длинам.

Одноэтапная сортировка чаще всего применяется на предприятиях, вырабатывающих пилопродукцию для внутреннего рынка или внутризаводской переработки. Двухэтапная сортировка используется там, где вырабатываются так называемые товарные пиломатериалы, являющиеся конечной продукцией для этого предприятия (например – экспорт). Но и в этом случае может применяться комбинированная схема: тонкие пиломатериалы обрабатываются по одноэтапной схеме, средние и толстые сечения – по двухэтапной.

Операция сортировки может осуществляться вручную на сортировочных конвейерах моделей ТСП-3 и ТСП-4, где механизировано только перемещение досок цепным конвейером со скоростью 0,2 м/сек. По основным параметрам они практически не отличаются (длина 60 и 62 м) за исключением количества тяговых цепей (4 и 5 соответственно).

Автоматизированные сортировочные устройства практически одинаковы по технологической схеме и различаются только количеством сортировочных признаков, наличием или отсутствием участка визуальной оценки качества и встроенного узла торцовки. Конструктивно современные автоматизированные сортировочные линии имеют в своей основе многоцепной вертикально замкнутый конвейер, проходящий над системой накопителей. Доски перемещаются на L – образных крюках – захватах, разгрузка досок в накопители осуществляется за счёт поворота захватов, либо принудительным снятием с помощью подъёмных упоров. Накопители выполняются в виде тележек, выкатываемых по заполнению в поперечном направлении, либо в виде вертикальных или наклонных бункеров. В последнем случае по заполнении накопитель опорожняется на расположенный ниже сборочный конвейер, транспортирующий неорганизованную пачку досок к пакетформирующему или штабелеформирующему устройству. При выборе конкретной модели кроме технологической схемы разгрузки принимается во внимание техническая производительность сортировочной линии (количество упоров в минуту) и число накопителей (сортировочных мест). Анализ опыта применения автоматизированных сортировочных линий для пиломатериалов показывает, что при одноэтапной сортировке или на первом этапе при двухэтапной сортировке чаще применяется система тележек-накопителей, на окончательной стадии двухэтапной сортировки – сочетание бункерных накопителей и сборочного конвейера.

Глава 5. ВЫБОР И РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНО- ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Для обеспечения эффективной переработки пиловочного сырья и пиломатериалов чрезвычайно важен правильный выбор основного технологического оборудования и корректный расчёт его производительности. Ранее в нормативно-технологических документах за основу бралась годовая производительность (производственная мощность) линии или цеха при двухсменном или трёхсменном режиме работы. Теперь, когда режим работы регламентируется самим предприятием, такой подход неэффективен. Методически правильнее рассчитывать часовую производительность оборудования при переработке сырья с конкретными размерно-качественными характеристиками, через которую затем всегда может быть определена производительность для заданного периода времени и выбранного режима работы.

5.1. Оборудование для поперечного раскроя круглых лесоматериалов (раскряжёвки)

Как уже указывалось ранее (см. главу 4), для поперечного раскроя долготы (хлыстов, длинных бревен) на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях обычно используются круглопильные станки балансирного типа с нижним или верхним расположением узла резания. Раскряжевка производится при остановке бревна, которое подается к пиле впередистаночным цепным конвейером с V-образными траверсами, а в зоне резания – седловидными роликами. Станки оснащаются гидроприводом прижима бревна и подъема пилы. Скорость резания на таких установках около 60 м/сек., скорость надвигания пилы (скорость подачи) – не более 10-15 м/мин. (по другим данным 20-25 м/мин.). Основным параметром при выборе модели станка является максимальный диаметр перерабатываемого сырья. Обычно часовая или сменная производительность станков подобного типа даётся в паспортной характеристике, поэтому при определении необходимого количества оборудования нужно исходить из объёма сырья, поступающего на предприятие в долготье.

Очень часто на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях используют узлы раскряжёвки по типу применяемых в раскряжёвочных линиях ЛО-15С, предназначенных для лесопромышленных предприятий. В этом случае логика определения количества оборудования не изменяется, так как производительность по раскряжёвке обязательно указывается в паспортной характеристике соответствующей линии.

5.2. Линии для размерно-качественной сортировки круглых лесоматериалов

Выбор оборудования для размерно-качественной сортировки круглых лесоматериалов производится исходя из производительности лесопильного цеха и технологических требований к дробности сортировки сырья. Основными параметрами для выбора сортировочных устройств являются:

- производительность (задаётся в штуках бревен в единицу времени);
- количество сортировочных мест (карманов).

Ограничивающими параметрами (вторичными) считаются диапазон диаметров и длин.

Количество сортировочных мест (карманов) сортировочной линии определяется по зависимости:

$$N = mn_{sp}n_d n_L + n_R + 1, \quad (5.1)$$

где m – кратность карманов на одну сортотруппу; n_{sp} – число пород; n_d – число групп по диаметрам; n_L – число групп по длинам; n_R – число резервных карманов.

5.3. Станки для окорки брёвен

Производительность окорочных станков, расположенных автономно, рассчитывается в погонных метрах, штуках или кубических метрах в смену:

$$П = UTK_1K_2, \quad (5.2)$$

$$П = \frac{UTK_1K_2}{l}, \quad (5.3)$$

$$П = \frac{UTK_1K_2}{l} q, \quad (5.4)$$

где U – скорость подачи в м/мин; T – продолжительность смены в минутах; K_1 – коэффициент использования машинного времени (0,8 ... 0,85); K_2 – коэффициент использования рабочего времени (0,9); l – средняя длина; q – средний объём бревна, м³.

Когда окорка производится в составе линии сортировки сырья или непосредственно перед распиловкой, целесообразнее рассчитывать часовую производительность, согласовывая её с производительностью сортировочного или головного оборудования. Для расчёта часовой производительности окорочных станков достаточно в формулах 5.2 – 5.4 приравнять параметр T к 60 минутам. Скорость подачи для роторных станков типа ОК при окорке в летний период принимается 22-38 м/мин., в зимний – 11-22 м/мин., количество устанавливае-

мых окорочных станков определяется исходя из производительности сортировочной линии. В случае установки окорочных станков перед лесопильным цехом или внутри цеха их количество определяется исходя из производительности каждого лесопильного потока.

5.4. Оборудование для продольного раскря брёвен и брусьев

5.4.1. Выбор типа и модели головного оборудования

Тип и модель оборудования для продольного раскря брёвен и брусьев – головного оборудования, задающего требования к остальному технологическому и вспомогательному оборудованию, выбирается с учётом объёма переработки, размерно-качественных характеристик сырья, назначения продукции и выбранной схемы раскря.

Лесопильные рамы. Модель лесопильной рамы выбирается по просвету пильной рамки (далее в формулах величина B):

а) при распиловке с брусковой:

$$B = d + fl_{\max} + sl_{\max} + 2a ; \quad (5.5)$$

б) при распиловке вразвал:

$$B = d + sl_{\max} + 2a , \quad (5.6)$$

где d – диаметр бревна в вершине в см. (наибольший для данного потока); f – наибольшая кривизна, допускаемая в пиловочном сырье (см. табл. 5.1); $l_{\max}$ – максимальная длина бревна, м (см. табл.5.1); s – средний сбег бревна, % (см. табл.5.2); a – запасное расстояние между стойками пильной рамки и комлевым торцом бревна, ($a = 5$ см).

Таблица 5.1

Максимальные значения $l_{\max}$ и f				
Показатель	При распиловке сырья по ГОСТ 9463-88			При распиловке сырья по ГОСТ 9462-88
	на пиломатериалы общего назначения	на продукцию для экспорта		
		северной сортiroвки	черноморской сортiroвки	
$l_{\max}$	6,5	7	8	6,0
$f, \%$	2	2		3 при $d \geq 24$ см 5 при $d \geq 26$ см

Круглопильные станки. Модель круглопильного станка для распиловки бревен, брусьев, толстых досок и горбылей выбирается с учетом максимальной высоты пропила, необходимой при переработке сырья определенной размерной характеристики для принятой схемы раскря. Для многопильных станков, как и лесопильных рам, ограничивающим фактором является просвет,

однако это ограничение находит отражение в технической характеристике станка так же, как рекомендуемый размерный диапазон перерабатываемых бревен и брусьев.

Таблица 5.2

Средний сбег хвойных бревен

Диаметр, см	12÷13	14÷18	20÷22	24÷26	28÷30	32÷34
сбег, см/м	0,75	0,8	0,9	1,0	1,1	1,15
Диаметр, см	40÷42	44÷46	48÷50	52÷54	56÷58	60 и более
сбег, см/м	1,35	1,45	1,55	1,65	1,70	1,8

Ленточнопильные станки. Выбор модели бревнопильного ленточнопильного станка производится исходя из тех же требований, что и для круглопильных станков, но без ограничений по просвету, поскольку максимальные размеры перерабатываемого материала определяются параметрами подающего устройства (тележки).

Фрезернопильные станки и линии. Тип и модель фрезернопильного оборудования определяется исходя из диапазона диаметров и объемов перерабатываемого сырья.

Для определения часовой производительности головного оборудования по количеству распиленного сырья во всех случаях используются общие формулы:

$$P_{p1} = 60uK_iK_T; \quad (5.7)$$

$$P_{p2} = \frac{60uK_iK_T}{L_i}; \quad (5.8)$$

$$P_{p3} = \frac{60uK_iK_T}{L_i} q_i, \quad (5.9)$$

где P_{p1} , P_{p2} , P_{p3} – часовая производительность в погонных метрах, штуках, м³; u – скорость подачи, м/мин.; K_i – коэффициент использования лесопильного потока; K_T – коэффициент использования смены (рабочего времени); L_i – средняя длина; q_i – средний объем бревна, м³.

Формулы (5.7-5.9) применяются для расчета часовой производительности фрезернобрусующего, фрезернопильного оборудования и многопильных круглопильных станков.

Для однопильных круглопильных и ленточнопильных станков, где бревно распиливается за несколько проходов, эти формулы принимают вид:

$$P_{p1} = \frac{60uK_iK_T}{Z}, \quad (5.10)$$

где Z – число проходов (пропилов).

$$\Pi_{p2} = \frac{60uK_iK_T}{ZL_i}; \quad (5.11)$$

$$\Pi_{p3} = \frac{60uK_iK_T}{ZL_i} q_i. \quad (5.12)$$

Для двухэтажных лесопильных рам, в связи с особенностями ее механизма подачи, скорость подачи равна

$$u = \frac{\Delta_p n K_x}{1000}, \quad (5.13)$$

где Δ_p – расчетная посылка, мм/об; n – частота вращения коленчатого вала, об/мин;

$$K_x = \frac{H}{600}, \quad (5.14)$$

H – ход пильной рамки, мм,

и соответственно формулы (5.7) - (5.9) преобразуются к виду

$$\Pi_{p1} = \frac{\Delta_p n 60 K_i K_T K_x}{1000}; \quad (5.15)$$

$$\Pi_{p2} = \frac{\Delta_p n 60 K_i K_T K_x}{1000 L_i}; \quad (5.16)$$

$$\Pi_{p3} = \frac{\Delta_p n 60 K_i K_T K_x}{1000 L_i} q_i. \quad (5.17)$$

5.4.2. Коэффициент использования лесопильного потока K_i

Для потоков с двухэтажными лесопильными рамами, фрезернопильными, фрезернобрусующими, круглопильными и ленточнопильными станками коэффициент использования определяется по формуле:

$$K_i = \frac{1}{1 + \frac{t_b + \Sigma t_{n1} + \Delta_H \Sigma t_{n2}}{t_p}}, \quad (5.18)$$

где t_b – время межторцового разрыва или время на вспомогательные операции, не совпадающие со временем распиловки бревна; Σt_{n1} – суммарные внецикловые потери головного станка потока и брусоразвального станка – Σt_{n2} ; Δ_H – коэффициент наложения потерь; t_p – время распиловки (обработки) бревна на головном станке, с.

Коэффициенты использования лесопильного потока на базе двухэтажных лесопильных рам, в зависимости от времени распиловки бревен разных диаметров и длин, можно принять по таблице 3 в приложении 2.

5.4.3. Время распиловки (обработки) бревен на лесопильных станках t_p

Время распиловки бревна i -го диаметра на лесопильной раме равно

$$t_p = \frac{L_i \cdot 1000 \cdot 60}{\Delta_p \cdot n \cdot K_x}. \quad (5.19)$$

Величина посылки Δ_p выбирается по таблицам, приведенным в «Руководящих технических материалах (РТМ) по определению величин посылок при распиловке бревен и брусьев хвойных пород на лесопильных рамах с плюшевыми зубьями».

При распиловке бревен других пород, не приведенных в РТМ, величина посылки берется как для сосны и умножается на поправочный коэффициент, принимаемый по таблице 5.3.

Таблица 5.3

Порода	Поправочный коэффициент
Сосна, ель	1,00
Осина	1,00
Ольха	0,95
Береза	0,85
Бук	0,70
Дуб, ясень	0,65

Время обработки бревен на фрезернопильных, фрезернобрусующих, многопильных круглопильных станках и однопроводных фрезернопильных линиях типа ЛАПБ вычисляется по формуле:

$$t_p = \frac{L_i \cdot 60}{u}. \quad (5.20)$$

Скорость подачи принимается по паспортным характеристикам станка (линии).

Время распиловки бревен на однопильном ленточнопильном станке находится по формуле

$$t_p = \frac{L_i Z \cdot 60}{u}. \quad (5.21)$$

Скорость подачи выбирается по средней высоте реза из таблицы 5.4.

Таблица 5.4

**Средняя скорость подачи бревен на станках типа ЛБ
за период работы пил в течение двух-трех часов,
скорость резания 45 м/с (толщина пилы 1,47 мм, ширина 200 мм)**

Высота реза, мм	Скорость подачи, м/мин, при точности распиловки	
	1 мм	2 мм
100	43	90
150	37	80
200	32	70
250	27	60
300	24	52
350	21	44
400	18	38
450	15	32
500	13	27
550	11	23
600	10	20
650	9	17
700	8	15
750	7	13
800	6	11
850	6	11
900	5	10

Для двухэтажных лесопильных рам время межторцового разрыва t_b принимается равным 1,9 с. Для фрезернопильных, фрезернобрусующих, многопильных круглопильных станков и ЛАПБ при управлении загрузкой бревен оператором значение t_b также равно 1,9 с., при работе станков в автоматическом цикле время межторцового разрыва принимается из технической характеристики оборудования, приведенной в паспорте.

Вспомогательное время при распиловке бревен на однопильном ленточнопильном станке составляет

$$t_b = [t_1 + \Pi t_2 + Z(t_3 + t_4) + t_5] K_b, \quad (5.22)$$

где t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 - составляющие вспомогательного времени (табл.5.5); Π - количество поворотов бревна (бруса); K_b - коэффициент, учитывающий инерционность механизмов тележки, $K_b = 1,1$.

Таблица 5.5

**Величины составляющих вспомогательного времени
для однопильного ленточнопильного станка (по данным СибНИИЛПа)**

Обозначение	Наименование операции	Привод исполнительных механизмов тележки	
		Гидравлический (ЛБ-150)	Пневматический (ЛБ-240)
t_1	Навалка, установка и закрепление бревна	14,5	11,2
t_2	Поворот бревна (бруса) на 90° на 180°	12,5	12,5
		17,0	17,0
t_3	Установка размера и подачи бревна к пиле	3,0	2,5
t_4	Откатка тележки	5,0	5,0
t_5	Сброс остатков пиления	4,0	2,7

5.4.4. Суммарное время внецикловых потерь лесопильных станков

Рама лесопильная:

распиловка вразвал $\Sigma t_{n1} = 3,01$

распиловка с брусковкой

1-й ряд $\Sigma t_{n1} = 2,72$

2-й ряд $\Sigma t_{n2} = 2,96$

Линия агрегатной переработки бревен

(скорость 30-36 м/мин) $\Sigma t_{n1} = 5,1$

Линия фрезернопильная $\Sigma t_{n1} = 2,89$

(скорость 30-36 м/мин) $\Sigma t_{n2} = 3,63$

Линия фрезернобрусующая

(скорость 24-36 м/мин) $\Sigma t_{n1} + \Sigma t_{n2} = 3,1$

Станок многопильный круглопильный $\Sigma t_{n2} = 2,7$

Станок однопильный ленточнопильный

(по данным СибНИИЛПа) $\Sigma t_{n1} = 10,5$

При установке одного окорочного станка в поток суммарное время внецикловых потерь головного станка увеличивается на 0,3 с, а при установке трех станков на два потока – 0,2 с.

5.4.5. Коэффициент наложения потерь

Коэффициент наложения потерь Δ_H показывает, какая часть потерь данного станка (участка) переходит на другие участки. Он рассчитывается по формуле

$$\Delta_H = \frac{1}{1 + \frac{T_y E}{2Q_{cp}}}, \quad (5.23)$$

где $T_y = t_p + t_b$ – время рабочего цикла, с; E – емкость накопителя брусьев, шт.; Q_{cp} – среднее время простоя для устранения неполадок, с.

Для лесопильных рам среднее время простоя из-за устранения неполадок принимается равным 100 с, для ЛАПБ (однопроходная фрезернопильная линия) – 200 с.

5.4.6. Коэффициент использования смены

Коэффициент использования смены вычисляется по следующей формуле:

$$K_T = \frac{T_c - (T_{обс} + T_{отл})}{T_c} K_M, \quad (5.24)$$

где K_M – коэффициент машинного времени; $T_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, для двухэтажных лесопильных рам – 8 мин., фрезернопильных линий и многопильных круглопильных станков – 10 мин., для однопильного ленточнопильного станка – 20 мин; T_c – продолжительность смены; $T_{отл}$ – отлучки на личные надобности (20 мин.).

Значение коэффициента K_T можно также принять без расчета по укрупненным данным (табл.5.6).

Таблица 5.6

Коэффициент использования смены для потоков разных типов

Тип оборудования (потока)	Величина коэффициента при продолжительности смены, ч	
	8	7
Рамный поток	0,90	0,90
Линия фрезернопильная, многопильные круглопильные станки и ЛАПБ	0,89	0,88
Станок однопильный ленточнопильный	0,88	0,87

5.5. Особенности расчета производительности одноэтажных лесопильных рам

Часовая производительность одноэтажных лесопильных рам рассчитывается по формулам:

$$P_{p1} = \frac{60\Delta n K_p K_c}{1000}; \quad (5.25)$$

$$P_{p2} = \frac{60\Delta n K_p K_c}{1000 L_i}; \quad (5.26)$$

$$P_{p3} = \frac{60\Delta n K_p K_c}{1000 L_i} q_i, \quad (5.27)$$

где P_{p1} , P_{p2} , P_{p3} – производительность в погонных метрах, штуках и кубических метрах соответственно; Δ – посылка, мм/об; K_p – коэффициент использования одноэтажной лесопильной рамы; K_c – коэффициент, учитывающий способ распиловки.

Посылка Δ выбирается из таблицы 4 приложения 2 в зависимости от характеристики сырья и модели лесопильной рамы. В тех случаях, когда число пил в поставе превышает 7, посылка корректируется в соответствии с данными таблицы 5.7.

Таблица 5.7

Число пил в поставе	До 7	8÷9	10	11÷12
Поправочный коэффициент	1,00	0,92	0,85	0,80

Коэффициент K_p принимается по таблице 5.8 в зависимости от модели рамы.

Таблица 5.8

**Значение коэффициента K_p использования
одноэтажных лесопильных рам**

Модель рамы	Значение K_p
P-65-1	0,73
P-65-2	0,73
P-65-4М	0,73
P-65-3	0,73
РК	0,77

Коэффициент K_c зависит от структуры потока. Если в цехе установлены две лесопильные рамы, одна из которых выпиливает брус, а вторая работает на развале бруса, то $K_c = 1$. Если в цехе работает одна лесопильная рама, распиливающая бревна вразвал, то K_c также равен 1. Если на одной лесопильной ра-

ме бревно раскраивается брусом-развальным методом (работа с «возвратом» бруса), то $K_c = 0,65$.

5.6. Расчёт производительности обрезных станков

Часовая производительность станков для обрезки досок определяется по формулам:

$$P_{op1} = 60uK_1K_2; \quad (5.28)$$

$$P_{op2} = \frac{60uK_1K_2}{l_g}, \quad (5.29)$$

где P_{op1} и P_{op2} – производительность в пог.м. и шт. соответственно; u – скорость подачи в м/мин; K_1 – коэффициент использования машинного времени

$$K_1 = \frac{l_g}{l_g + \frac{u}{60}t_b}, \quad (5.30)$$

l_g – длина доски, принимаемая равной средней длине бревна; t_b – неперекрываемое вспомогательное время, с (принимается равным 2...3 сек); K_2 – коэффициент использования рабочего времени (принимается не более 0,9).

Необходимо иметь в виду, что среднее количество необрезных досок, обрабатываемых в минуту, не может превышать 15, поэтому при определении часовой производительности в погонных метрах рекомендуется во всех случаях проверять полученный результат величиной производительности в штуках в минуту.

5.7. Производительность оборудования для проходной торцовки

Производительность установки для торцовки досок проходным способом в штуках за час, определяется по формуле:

$$P_{T1} = \frac{60uK_1K_2}{l_1}, \quad (5.31)$$

где u – скорость подачи, м/мин.; l_1 – расстояние между упорами, м; K_1 – коэффициент заполнения упоров (при предварительной торцовке $K_1 = 1$, при окончательной торцовке $K_1 = 0,8...0,9$); K_2 – коэффициент использования рабочего времени ($K_2 = 0,9$).

5.8. Производительность станков для позиционной торцовки

При использовании позиционных торцовок производительность в штуках в час рассчитывается по формуле:

$$П_{Т2} = 60 \frac{a}{a_1} K, \quad (5.32)$$

где a – количество резов, которые может выполнить станочник за 1 мин. ($a = 8 \dots 12$). Меньшие значения принимаются при окончательной торцовке, большие – при предварительной; a_1 – количество резов, приходящихся на одну доску (при предварительной торцовке; $a_1 = 1$, при окончательной торцовке на столах с двумя пилами $a_1 = 1,25$); K – коэффициент использования смены ($K = 0,9$).

5.9. Определение количества обрезных и торцовочных станков

Если станки установлены в потоке, их потребное количество (N_p) определяется по *максимальной* производительности оборудования для распиловки бревен и брусев и расчетной производительности станков для обрезки и торцовки досок (см. пп.5.4–5.6):

$$N_p = \frac{П_{б\max}}{П_{ор(m)}}, \quad (5.33)$$

где $П_{ор(m)}$ – расчетная производительность станков для обрезки и торцовки досок; $П_{б\max}$ – максимальная производительность головных станков, равная

$$П_{б\max} = П_p Z_g \frac{0,92}{K_i K_T}, \quad (5.34)$$

где $П_p$ – производительность потока по количеству распиленного сырья; Z_g – количество досок от одного бревна, поступающих на обрезку (торцовку); K_i – коэффициент использования потока (см. п. 4.1); K_T – коэффициент использования смены (см. п. 4.3).

В формуле (5.34) коэффициент 0,92 отражает общее использование головных бревнопильных машин.

Если торцовка и обрезка досок осуществляются автономно, на специальных участках (с выносом из потока или с очень большим по ёмкости накопителем), количество станков определяется исходя из расчетной производительности головного оборудования по более длительному периоду – от смены до года

$$N_p = \frac{Z_g П_p}{П_{ор(T)}} \quad (5.35)$$

5.10. Обоснование характеристик оборудования и линий для размерно-качественной сортировки пиломатериалов

Выбор оборудования для размерно-качественной сортировки пиломатериалов, как до сушки, так и после неё, определяется двумя параметрами – производительностью и количеством необходимых подstopных мест (карманов-накопителей). Производительность оборудования для размерно-качественной сортировки пиломатериалов определяется её технической пропускной способностью, то есть количеством досок, проходящих в единицу времени. В случае ручной рассортировки пиломатериалов на поперечных конвейерах производительность ограничивается пропускной способностью браковочного участка или участка браковки – торцовки, сблокированных с сортировочной площадкой.

Необходимое количество подstopных мест (карманов-накопителей) обычно выбирается по числу сортировочных групп и с учетом резервных мест для отбивки древесного и технического брака. Считается нормальной технологической практика, при которой доски средней и более средней толщин, выпиленные из бруса, не смешиваются с потоком боковых досок, поступающих от обрезных станков. В этом случае количество подstopных мест выбирается из ряда 18, 21, 24, 30, 36, но не более. Максимальное количество боковых досок, поступающих на одно сортировочное устройство в двух- или трёхпоточном лесопильном цехе, определяется для каждого потока по формуле (5.29), затем пересчитывается с часовой производительности на минутную и суммируется. При большем количестве потоков целесообразно рассмотреть вариант применения двух сортировочных устройств.

В случае автономной работы линии размерно-качественной сортировки расчёт её производительности ведётся по годовой программе, на основе которой рассчитывается требуемая сменная, часовая и минутная производительность для ведущих сечений пиломатериалов. Необходимое количество подstopных мест также определяется исходя из числа сортировочных групп, но с учётом того, что одновременно обрабатывается только одно сечение.

Глава 6. ПРОИЗВОДСТВО КЛЕЕНОЙ И СТРОГАННОЙ ПИЛОПРОДУКЦИИ

6.1. Виды клееной пилопродукции

Современный уровень развития технологии и достижения в совершенствовании клеевых материалов позволяют производить склеивание древесины в трёх измерениях – по ширине, толщине и по длине. Склеивание по ширине известно достаточно давно и применялось в производстве мебели и столярных изделий. Вначале склеивание по ширине производилось с выборкой соединения «паз-гребень», но позднее, с появлением современных синтетических клеев, перешли к более технологичному склеиванию на гладкую фугу, что способствовало развитию этого вида производства. Однако при склеивании на гладкую фугу приходится выдерживать изделие некоторое время под давлением в прессе до достижения так называемой «разборной прочности», исключаяющей расслоение клеевых швов, либо производить нагрев клеевого шва для ускорения отверждения клея. В последнее время появились новые разработки, предусматривающие склеивание на кромку с использованием соединений – замков, что позволяет склеивать даже заготовки трапецидального сечения. Следует отметить, что склеивание по толщине и ширине чаще применяется на специализированных предприятиях, там, где производятся либо мебельные щиты, либо клееные балки и брусья. Наибольшее развитие производства клееной пилопродукции на лесопильно- деревообрабатывающих предприятиях связано с освоением массового склеивания пиломатериалов по длине.

Первоначально склеивание пиломатериалов по длине производилось внахлестку или с помощью усового соединения. В 30-х годах прошлого века было предложено соединение на зубчатый шип, которое обеспечивало достаточную прочность соединения и было более удобным в промышленном производстве, поскольку могло быть сформировано путём фрезерования. Кроме того, при кратковременном сжатии в продольном направлении происходит заклинивание шипового соединения, обеспечивающего сохранение приложенного давления.

Известно несколько вариантов зубчатых шиповых соединений:

- по расположению шипов – горизонтальные, вертикальные и диагональные;
- по геометрии шипов – с одинаковыми шипами, с утолщенными крайними шипами, с крайними шипами с большим уклоном.

Размеры шипов (длина шипа и шаг) тоже могут быть различными. Максимальная длина шипа составляет 60 мм. Шипы длиной от 5 до 15 мм принято называть мини-шипами, длиной менее 5 мм – микрошипами.

Очевидно, что для достижения наибольшей прочности шипового соединения было бы желательно иметь шип с острой вершинкой, что обеспечивало бы контакт по всей поверхности шипа. Однако оказалось, что формирование «теоретического» профиля шипа (точнее, формирование остроугольной проушины) ведёт к перегреву фрезы и выходу её из строя. Поэтому конструкцией шипа предусмотрено его затупление, что, конечно, снижает прочность соединения. Длинные шипы (30 - 60 мм) имеют затупление от 1,5 до 2,7 мм, мини-шипы – 0,2 – 0,7 мм. Сразу необходимо отметить, что производство пилопродукции, склеенной по длине, в числе других особых требований (регламентированная влажность древесины, технологические и температурные режимы) предусматривает высокую точность инструмента для резки шипов.

6.2. Клеевые материалы, применяемые при производстве клееной пилопродукции

Перед склеиванием пиломатериалов по длине должны быть выполнены следующие подготовительные операции:

- сушка пиломатериалов;
- подготовка клеевых материалов.

Теоретически считается, что при склеивании на зубчатый шип влажность может быть достаточно высокой, если применяемые клеевые материалы допускают это, и есть возможность осуществить подсушку поверхностей склеивания. Практически получается, что, во-первых, влажность склеиваемой древесины не должна очень отличаться от эксплуатационной влажности и, во-вторых, разница во влажности отдельных склеиваемых отрезков не может превышать 5 %, а для ответственных конструкций – 3%.

Из известных клеевых материалов наибольшее распространение получили клеи на основе термореактивных полимеров и поливинилацетатные клеи. У термореактивных клеев отверждение происходит в результате необратимых химических реакций. В основе таких клеев карбамидные, фенольные, резорциновые и меламиновые смолы. При обычной температуре отверждение смол идёт достаточно медленно. При нагреве этот процесс резко ускоряется и иногда этого достаточно для отверждения. На практике для ускорения процесса чаще используют отвердитель. Смесь смолы и отвердителя называют двухкомпонентным клеем, причём процесс отверждения в этих клеях может завершаться в течение нескольких часов. При дополнительном нагреве длительность процесса может измеряться минутами и даже секундами.

Отверждение поливинилацетатных клеев (ПВА) происходит на другой основе – в результате впитывания растворителя в поверхность склеиваемого материала, который должен иметь пористую структуру. Клеи ПВА очень по-

пулярны, так как удобны для применения в производственных условиях. В плотно закрытых ёмкостях они могут храниться длительное время, а при загустевании легко разжижаются водой. Они могут наноситься любыми клееносителями. Отверждение, обеспечивающее прочность соединения, необходимую для транспортирования, достигается через 15-30 минут. Отверждение идёт тем быстрее, чем ниже влажность древесины.

Из термореактивных клеев наибольшее распространение получили клей ФР-12 на основе резорциновой смолы (отвердитель – параформальдегид), клей КВ-В-СК (модифицированный на основе карбамидной смолы, отвердитель – щавелевая кислота). Из поливинилацетатных клеев применяется только один ПВАД. Клеи ФР-12 имеет высокую водостойкость, клей КВ-В-СК – среднюю водостойкость, клеи на основе ПВАД относят к клеям с низкой водостойкостью.

При оценке и выборе клеевых материалов необходимо учитывать, что номенклатура этих материалов постоянно расширяется, а их технологические и эксплуатационные характеристики постоянно совершенствуются. Ограничивающим условием в применении клеевых материалов являются требования безопасности в условиях производства, включая утилизацию возможных отходов.

6.3. Технология производства пилопродукции, склеенной по длине

Технология производства клееной пилопродукции из короткомерных пиломатериалов достаточно проста, но требует в некоторых моментах пунктуального соблюдения режимов. Она включает в себя следующие обязательные операции:

- выдержка пиломатериалов перед склеиванием;
- раскрой пиломатериалов с вырезкой недопустимых пороков и дефектов;
- зарезка шипов;
- нанесение клея;
- стыковка заготовок;
- раскрой ленты на мерные заготовки.

Схема технологического процесса производства пилопродукции, склеенной по длине, приведена на рисунке 6.1.

Выдержка пиломатериалов перед склеиванием, как правило, производится в том же помещении, где будет производиться склеивание. Она необходима для того, чтобы древесина приняла температуру, при которой будет производиться склеивание. Кроме того, необходимо время для выравнивания влажности. Условно считают, что время выдержки должно составлять из расчёта одни сутки на сантиметр толщины заготовок.



Рис. 6.1. Схема технологического процесса производства клееной пиломатериалов

Раскрой пиломатериалов перед склеиванием имеет целью удалить недопустимые дефекты и пороки (гнилые, загнившие и выпадающие сучки, гнили, обзолы, трещины, сколы) и исключить наличие пороков древесины в зоне шипового соединения. При раскрое руководствуются следующими правилами:

- при удалении сучка недопустимых размеров рез должен находиться не ближе одного диаметра от сучка;
- сучок допустимых размеров должен находиться на расстоянии не менее трёх диаметров от шипового соединения;
- сучок диаметром менее 5 мм может находиться ближе, но не должен находиться в зоне шипового соединения;
- при раскрое клеенной ленты пропилов не должен проходить через шиповое соединение.

Раскрой пиломатериалов может выполняться вручную, на обычных станках с визуальным обнаружением дефектов, или на линиях – оптимизаторах, где человек только отмечает недопустимый порок или дефект флуоресцирующим маркером, а раскрой и сортировка отрезков по длинам производится автоматически. Для того чтобы лучше выявить недопустимые дефекты, и при ручном, и при автоматизированном раскросе часто производят предварительное строгание заготовок.

Оставшиеся операции могут выполняться отдельно, даже вручную, или в составе одной линии. Линии для склеивания короткомерных пиломатериалов могут быть:

- проходного типа;
- циклического типа.

В установках проходного типа каждая заготовка поочерёдно проходит зашивку, нанесение клея, стыковку в фрикционных прессах с последующим раскросом ленты на мерную заготовку. Установки проходного типа были вначале основным решением, когда считалось, что промышленность будет ориентироваться на 100%-ную утилизацию короткомерных пиломатериалов через склеивание на предприятиях средней и большой мощности.

Сейчас наиболее востребованы установки циклического действия, приемлемые для средних и менее средних объёмов производства. В этих установках резка шипов производится одновременно для пачки заготовок, жестко зафиксированных на каретке, проходящей через фрезерный блок. В зависимости от расчётной производительности таких блоков может быть один или два. После зашивки следует нанесение клея и поочерёдная стыковка заготовок в непрерывную ленту, которая расторцовывается на заданную длину. После расторцовки производится опрессовка соединений в торцовом прессе. Производительность линий задаётся либо количеством стыков в единицу времени, либо скоростью подачи заготовок в пресс.

После завершения обработки на линиях необходима выдержка склеенных пиломатериалов с тем, чтобы клеевое соединение приобрело необходимую прочность, исключаящую его разрушение в процессе транспортирования и последующей обработки. Последующая обработка состоит в калибровании полученной пилопродукции с целью снятия образовавшихся провесов и неровностей.

6.4. Расчёт производительности оборудования для производства клееной пилопродукции

Сращивание заготовок из массивной древесины по длине в настоящее время производится на специализированных линиях сращивания, где выполняется весь комплекс технологических операций, включая резку шипов, клеенамазку, монтаж заготовок в непрерывную ленту, расторцовку на заданную длину, подпрессовку и укладку в пакет для последующей выдержки. Поскольку на практике сращиванию подвергаются заготовки в узком диапазоне сечений (толщина 40-50 мм, ширина – 100-125 мм), длиной 0,6-0,7 м, то производительность таких линий всегда указывается в паспортной характеристике в объёмных единицах. При резке отличающихся условиях этот показатель может быть скорректирован, поскольку в паспорте всегда приводится и техническая пропускная способность линии, выражаемая количеством стыков в минуту. В этом случае часовая производительность линии может быть вычислена по формуле:

$$\Pi = \frac{60bh(L - 2l_{ш})\Pi_{ш}K_pK_M}{1000000K_{СТ}}, \quad (6.1)$$

где b – номинальная ширина заготовки, см; h – номинальная толщина заготовки, см; L – средняя длина заготовки, см; $l_{ш}$ – длина шипа, см; $\Pi_{ш}$ – техническая производительность линии, стыков в минуту; K_p – коэффициент использования рабочего времени; K_M – коэффициент использования машинного времени; $K_{СТ}$ – расходный коэффициент, учитывающий калибрование склеенных заготовок.

Склеивание заготовок по ширине и толщине в технологическом отношении однотипно и может производиться в позиционных или проходных прессах. Различие состоит в том, что в одном случае намазка клеем производится по кромке, а в другом – по пласти. Производительность позиционного пресса (м³/час) в обоих случаях зависит от размеров готовой продукции и цикла пресса:

$$\Pi = \frac{60BhLnK_p}{1000000t}, \quad (6.2)$$

где B – чистовой размер щита по ширине, см; h – чистовой размер щита по толщине, см; L – чистовой размер щита по длине, см; n – число щитов в одной запрессовке; K_p – коэффициент использования рабочего времени (0,94 – 0,95); t – время одного цикла, мин.

Время одного цикла t складывается из вспомогательного времени (1-2 минуты на загрузку и выгрузку пресса, подъём и снятие давления) и времени склеива-

ния, которое зависит от типа клея и температурного режима. Ориентировочно в технологических расчётах рекомендуется принимать следующие цифры:

- холодное склеивание карбамидными клеями – 4 часа;
- горячее склеивание карбамидными клеями – 5-10 мин.;
- холодное склеивание ПВА-клеями – 15-30 мин.
- тёплое склеивание ПВА-клеями – 5 мин.;
- склеивание в поле ТВЧ – 1 мин.

Для проходных прессов производительность (в м³/час) определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{60UhLK_M K_P}{10000000}, \quad (6.3)$$

где U – скорость подачи (м/мин); h – толщина щита (номинальная), см; L – длина щита (номинальная) см; K_M – коэффициент использования машинного времени (0,8-0,9); K_P – коэффициент использования рабочего времени (0,8-0,9).

6.5. Виды фрезерованной пилопродукции

В соответствии с действующей нормативной документацией фрезерованная пилопродукция, предназначенная для строительства, разделяется на следующие виды:

- доски для покрытия полов (ширина от 64 до 140 мм);
- бруски для покрытия полов (ширина от 40 до 60 мм);
- плинтусы
- наличники;
- поручни;
- обшивки;
- подоконные доски.

Эта пилопродукция может выпускаться как из массивной, так и клееной древесины. Вся перечисленная продукция классифицируется как детали, поскольку должна поставляться прирезанной по длине согласно спецификации заказчика. При отсутствии спецификации рекомендуемые размеры для подоконных досок от 700 до 2800 мм с шагом 150 – 300 мм, для остальных деталей длина должна быть 2100 мм и более.

Номенклатура фрезерованной пилопродукции, освоенной и фактически выпускаемой отечественными предприятиями, гораздо шире. Во-первых, получили признание обшивки, изготавливаемые в соответствии с зарубежной нормативной документацией (обшивка «блок-хаус», обшивки малой толщины, детали сложного профиля), во-вторых, технологические возможности современных продольно-фрезерных станков позволяют выполнять одновременную обработку группы деталей с одинаковым профилем или сопрягаемыми профилями.

6.6. Технология и оборудование производства фрезерованной пилопродукции

Структура технологического процесса при производстве фрезерованной продукции зависит от характеристик сырья и особенностей вырабатываемой продукции. Поступающие для переработки пиломатериалы могут иметь размеры поперечного сечения и длину, соответствующие размерам готовой продукции с учётом припусков на обработку, или, как крайний случай, иметь кратные размеры во всех трёх направлениях. В таких случаях до операции фрезерования производятся продольный и поперечный раскрой, имеющие целью удаление дефектных участков древесины и последующее приведение исходных размеров пилопродукции к размерам черновой заготовки.

Для поперечного раскроя досок используются однопильные круглопильные станки, а в специализированных цехах – автоматизированные линии – оптимизаторы, в которых раскрой осуществляется по меткам, наносимым оператором с помощью специальных маркеров. Раскрой пиломатериалов по ширине производится на многопильных прирезных круглопильных станках, из которых наиболее известны отечественные модели ЦДК-5, ЦА-2А, Ц8Д-80, ЦМР. Для раскроя досок по толщине наиболее часто применяются импортные одно- и двухпильные вертикальные ленточнопильные станки, имеющие малую ширину пропила и достаточно большую высоту реза. Реже используются круглопильные ребровые станки, однако у них высота реза не может превышать 100-130 мм.

6.7. Расчёт производительности оборудования для производства фрезерованной пилопродукции

6.7.1. Операция поперечного раскроя пиломатериалов

Тип оборудования – однопильные круглопильные станки. В деревообрабатывающем производстве рекомендуется применять торцовочные станки, у которых конструктивно обеспечен прижим обрабатываемого предмета к столу или направляющей линейке, что гарантирует высокое качество обработки торца заготовки.

Производительность станка рассчитывается в резах в час по формуле:

$$P_{CT} = \frac{60 \cdot 60 K_P}{t_{оп}}, \quad (6.4)$$

где P_{CT} – производительность станка (рез/час); K_P – коэффициент использования рабочего времени (0,85-0,88); $t_{оп}$ – оперативное время на один рез в сек.

Оперативное время на один рез в сек. (включает не только время на пропиливание, но и подготовительное время – на установку доски, её перемеще-

ние вдоль стола). На основании наблюдений установлено, что при предварительной торцовке рабочий способен выполнять на этом станке 8-10 резов в минуту, а при окончательной торцовке – 6-8 резов в минуту. Поскольку производственная программа задаётся количеством готовых деталей, то для определения общего объёма работ необходимо рассчитать количество резов, выполняемых для изготовления одной детали. В случае предварительной торцовки количество резов на деталь определяется по формуле:

$$m_z = \frac{(n_d + 1) \cdot (1,15 \dots 1,2)}{n_d n_{ш} \kappa_d \kappa_{ш} \kappa_T y}, \quad (6.5)$$

где m_z – количество резов на деталь (1/дет.); n_d – количество отрезков, выпиливаемых из доски по длине; $n_{ш}$ – количество отрезков, выпиливаемых по ширине доски; κ_d – кратность заготовки (детали) по длине (в отрезке); $\kappa_{ш}$ – кратность заготовки (детали) по ширине (в отрезке); κ_T – кратность заготовки (детали) по толщине (в отрезке); y – количество одновременно раскраиваемых досок.

Для окончательной торцовки, поскольку раскрой производится в пределах одного отрезка, формула, определяющая количество резов, запишется в виде

$$m_z^* = \frac{(\kappa_d + 1) \cdot (1,15 \dots 1,2)}{\kappa_d \kappa_{ш} \kappa_T}, \quad (6.6)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (6.5).

6.7.2. Операция продольного раскроя пиломатериалов (отрезков пиломатериалов) по толщине

Продольный раскрой пиломатериалов по толщине при высоте пропила до 130-150 мм производится на однопильных и многопильных круглопильных станках, при больших высотах пропилов – на однопильных и многопильных ленточнопильных станках. Производительность станков на операции раскроя по толщине определяется по формуле:

$$П_{СТ} = 60UK_p K_M, \quad (6.7)$$

где $П_{СТ}$ – производительность станка, пог.м/час; U – скорость подачи, м/мин; K_p – коэффициент использования рабочего времени (0,81-0,88); K_M – коэффициент использования машинного времени (0,9).

Единицей учёта работы служит длина пропила на деталь. При использовании однопильных станков она рассчитывается по формуле:

$$l_{пр} = \frac{L(\kappa_T - 1)}{\kappa_d \kappa_{ш} \kappa_T}, \quad (6.8)$$

где $l_{пр}$ – длина пропила на деталь, м; L – длина доски или отрезка доски, м; κ_D , $\kappa_{ш}$ и κ_T – кратность деталей в заготовке по длине, ширине и толщине соответственно.

В случае раскроя на многопильных станках длина пропила на деталь определяется из выражения

$$l_{пр} = \frac{L}{\kappa_D \kappa_{ш} \kappa_T}, \quad (6.9)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (6.8).

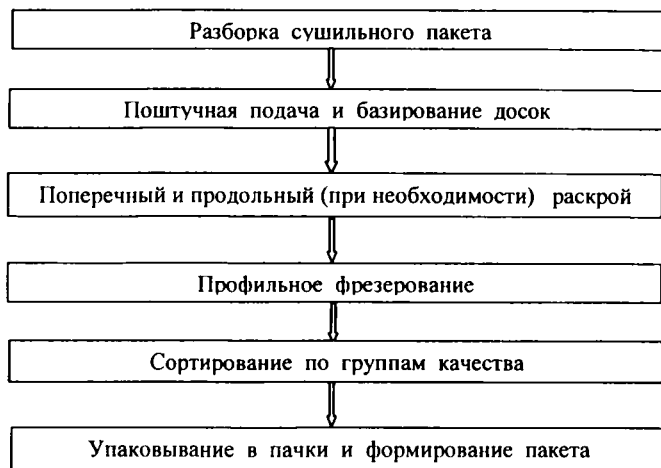


Рис. 6.2. Структура технологического процесса производства фрезерованной пилопродукции

6.7.3. Методика расчёта производительности станков продольно-фрезерной группы

К станкам продольно-фрезерной группы относят следующее оборудование:

- фуговальные станки;
- рейсмусовые станки;
- четырёхсторонние строгальные станки.

Фуговальные станки служат для формирования чистовых базовых поверхностей на одной из пластей или на одной пласти и на одной кромке (фугование «в угол»). Наибольшее распространение получили фуговальные станки с ручной подачей, однако известны и модели с механизированной подачей.

Производительность фуговальных станков может рассчитываться в погонных метрах в час или в числе деталей, обработанных за тот же период времени.

В первом случае

$$П_{\phi} = 60UK_P K_M. \quad (6.10)$$

Во втором случае

$$П_{\phi} = \frac{60UnK_P K_M K_C K_D K_{Ш}}{l m i}, \quad (6.11)$$

где U – скорость подачи (м/мин); n – число одновременно фугуемых заготовок (при ручной подаче равно 1); K_P – коэффициент использования времени смены (при ручной подаче 0,78-0,85, при механизированной подаче – 0,75-0,9); K_M – коэффициент использования машинного времени (для ручной подачи – 0,5-0,9, для механизированной подачи – 0,8-0,9); K_D – кратность детали в заготовке по длине; $K_{Ш}$ – то же по ширине; K_C – коэффициент скольжения при механической подаче (0,9-0,92); l – длина заготовки, м; m – среднее число проходов заготовки при фуговании; i – число последовательно обрабатываемых сторон заготовки (одна пласть – 1 и кромок – 2).

Для фрезерования заготовок на заданную толщину применяются односторонние (CP3-6, CP6-8, CP8, CP12-2) или двухсторонние (C2P8-2, C2P12-2) рейсмусовые станки. Плоскостное или профильное фрезерование заготовок с четырех сторон осуществляется на четырехсторонних продольно-фрезерных станках. Все станки имеют механическую подачу. Единицей учёта работы на этих станках является количество погонных метров или заготовок в единицу времени (час).

В первом случае

$$П_{\phi} = 60UiK_C K_P K_M. \quad (6.12)$$

Во втором случае

$$П_{\phi} = \frac{60UiK_C K_P K_M}{l_{3\Delta\Gamma}}, \quad (6.13)$$

где U – скорость подачи (м/мин); i – число одновременно обрабатываемых деталей (для четырехстороннего станка равно 1, для рейсмуса определяется по формуле); K_C – коэффициент скольжения древесины по металлическим вальцам (0,9-0,92); K_P – коэффициент использования времени смены (0,65-0,85); K_M – коэффициент использования машинного времени (0,8-0,9); $l_{3\Delta\Gamma}$ – длина заготовки.

При фрезеровании нескольких заготовок на рейсмусовом станке их количество i определяется по формуле:

$$i = \frac{B}{b} K_3, \quad (6.14)$$

где B – ширина стола (мм); b – средняя ширина заготовки (мм); K_3 – коэффициент заполнения стола (равен 0,5-0,6 при подаче одним рабочим).

Глава 7. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ДРЕВЕСИНЫ

7.1. Направления использования отходов лесопильно-деревообрабатывающих производств

Вторичные ресурсы древесины в лесопильно-деревообрабатывающих производствах включают в себя:

- кусковые отходы лесопиления и деревообработки (рейки, горбыли, торцовые срезки);
- мягкие отходы лесопиления и деревообработки (опилки, стружка);
- отходы окорки.

В настоящее время в технологическом и техническом отношении возможно полное использование вторичных ресурсов древесины. Известно два основных направления:

- технологическое использование;
- энергетическое использование.

Из технологических методов массовое распространение получило производство технологической щепы в качестве сырья для целлюлозно-бумажного производства, производства плитных материалов (ДСтП, ДВП), композиционных материалов (арболит, цементно-стружечные плиты и др.). Менее известны композиты на основе отходов окорки, компосты на основе древесных отходов, строительные материалы типа пустотных блоков, производство белкозина из опилок, использование опилок лиственных пород для обработки мехов. Сейчас почти полностью прекращено производство древесной муки, которая использовалась в качестве заполнителя при производстве пластмасс, в производстве окиси титана, в изготовлении фильтров для дизельных двигателей.

Энергетическое использование вторичных древесных ресурсов часто воспринимается как «сжигание отходов». Это следствие нашего высокомерия – страны, богатой нефтью, газом и углем. Европа ещё в 1970 году приняла программу энергетического самоснабжения деревообрабатывающей промышленности. Следствием стало создание специализированных котельных установок. В СССР был известен один котел – ДКВР, рассчитанный на предприятия большой и средней мощности. Преобладание сплавной древесины приводило к тому, что около половины теплотворной способности древесного топлива тратилось на подсушку самого топлива. С другой стороны, остались без внимания предприятия малой мощности (в леспромпхозах были котлы малой мощности, работающие на дровах).

В настоящее время известно несколько способов энергетического использования ВДР:

- сжигание в обычных топках с подсветкой мазутом или в топливных смесях;
- сжигание в специализированных топках;
- производство топливных гранул для промышленных топок и в качестве бытового топлива;
- производство топливных брикетов в качестве бытового топлива.

На предприятиях средней и большой мощности основным направлением пока остаётся производство технологической щепы.

7.2. Технология и оборудование для производства технологической щепы

Процесс производства технологической щепы включает в себя следующие технологические операции:

- окорка;
- измельчение;
- сортирование.

В некоторых случаях добавляется операция контроля на металлоключения и операция доизмельчения крупной фракции.

Окорочные станки. Наибольшее распространение в лесопильной промышленности получили роторные окорочные станки отечественного и зарубежного производства. Отечественные станки ОК выпускаются в однороторном и двухроторном вариантах и трех типоразмеров по величине просвета – 400, 630, 800 мм.

Таблица 7.1

Показатель	ОК40-2	ОК63-2	ОК80-2
Диаметр бревна, см	6-35	10-55	12-70
Длина, м	1.5 и более	2.7 и более	2.7 и более
Скорость подачи, м/мин	12-72	12-60	12-60

Технические характеристики двухроторных станков практически те же самые (за исключением минимальной длины и, естественно, мощности). В роторе устанавливается 6 короснимателей. В мировой практике известны окорочные установки фрезерного типа, но они применяются только для брёвен большого диаметра. В технологическом процессе лесопиления окорочные станки могут устанавливаться в сортировочных линиях или блокироваться с лесопильным цехом.

Измельчающее оборудование. Для измельчения кусковых отходов в промышленности применяются дисковые рубительные машины. Они различаются по производительности (от 20 до 50 плотных м³/час), расположению

загрузочного патрона и направлению выброса щепы (вверх, вниз, вбок). Особенности каждой модели отражены в её наименовании (МРН, МРГ).

Для выполнения этой же операции применяются барабанные дробилки (ДР-3, ДР-5). Следует отметить, что качество среза у щепы, выработанной на барабанных дробилках, ниже, чем у рубительных машин. Поэтому барабанные дробилки чаще применяются при измельчении сухих кусковых отходов или при производстве топливной дробленки, а также щепы для производства плит.

Оборудование для сортировки измельчённых отходов. Сортировки щепы представляют собой набор сит с отверстиями различного размера и формы, через которые производится пофракционное разделение потока щепы. В промышленности наибольшее распространение получили сортировки щепы гирационного типа (с круговым движением коробов с ситами в горизонтальной плоскости). Вначале ведущими были модели с напольным исполнением, с 90-х годов прошлого века наибольшее распространение получили подвесные сортировки.

Организация производства технологической щепы. Проектирование производства технологической щепы включает в себя следующие этапы:

- оценка ресурсов и выбор направления их использования;
- организация системы сбора и транспортирования отходов (выбор транспортного оборудования и его компоновка);
- выбор оборудования для измельчения кусковых отходов;
- выбор оборудования для сортирования измельчённых отходов;
- организация системы хранения и отгрузки измельчённых отходов.

Следует отметить, что компоновка системы для сбора кусковых отходов и их транспортирования к измельчающему оборудованию всегда представляет достаточно сложную инженерную задачу. Оптимизация этой системы не только экономически выгодна, но и, кроме того, повышает пожарную безопасность производства.

Основой для оценки ресурсов вторичных отходов является баланс древесины и объёмы перерабатываемого сырья. Баланс пиловочного сырья даёт долю древесины, приходящуюся на кусковые отходы, а производительность головного оборудования по переработке пиловочного сырья определяет максимальное поступление кусковых отходов в единицу времени.

Выбор измельчающего и сортировочного оборудования производится исходя из часового поступления кусковых отходов. Этот фактор является основным и всегда указывается в технической характеристике оборудования. Учитывается также и исполнение рубительных машин (наклонное, вертикальное), способ загрузки кусковых отходов (наклонный патрон, горизонтальный патрон) и удаления щепы (верхнее, нижнее).

В основе организации системы сбора и транспортирования кусковых отходов лежит расстановка оборудования основного технологического потока, так как именно оно определяет точки сбора кусковых отходов. Далее с учётом выбранного места установки измельчающего и сортировочного оборудования составляется схема расположения транспортных устройств. Для удаления измельченных и отсортированных отходов применяются скребковые или ленточные конвейеры, для хранения – галереи или бункера с шнековой, створчатой или шлюзовой разгрузкой.

7.3. Технология и оборудование для утилизации отходов окорки и опилок

Одним из основных неудобств в транспортировании и утилизации отходов окорки являлась их высокая влажность. Высокая влажность отходов окорки объяснялась не естественной влажностью, присущей растущему дереву, а преобладанием сезонной водной поставки пиловочного сырья, которое к тому же приходилось в зимнее время подвергать дополнительной гидротермической обработке. Значительная часть получающихся при этом отходов окорки имела вид достаточно длинных лент, превращающих все отходы окорки в вязкую и малотранспортабельную массу. Попытки привести отходы окорки в иное агрегатное состояние за счёт применения короотжимных прессов не дала существенных результатов, поскольку тут же возникла проблема очистки сточных вод, характерная для механических методов обезвоживания. В 80-х годах прошлого века на лесопильных предприятиях стали применять молотковые мельницы, которые делали фракционный состав отходов окорки более однородным, что улучшало их транспортирование и использование. Измельчение отходов окорки в молотковых мельницах было более технологичным, нежели уплотнение в короотжимных прессах, однако проблему сточных вод и в этом случае полностью снять не удалось. Со снижением объема сплава и отказа от накопления зимних запасов сырья, а также использования наливных бассейнов проблема измельчения отходов окорки существенно упростилась, поскольку исключалось переувлажнение коры, к тому же совершенствование окорочного оборудования и окорочного инструмента положительно повлияло на фракционный состав отходов. На современных лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях организация использования отходов окорки не связана с технологическими или техническими трудностями, а является предметом экономической оценки, так как направление этих отходов в отвал приводит к конкретным финансовым убыткам в виде платы за использование свалки или штрафов за нарушение экологических требований. Основным направлением утилизации отходов окорки сейчас является их использование в виде топлива, тем более что и отечественные, и зарубежные машиностроители предлагают целую гам-

му котельного оборудования и теплогенераторов, специализированных на сжигание древесного топлива.

Так же, как и отходы окорки, опилки в настоящее время, в основном, используются на топливо, хотя известны и другие направления их утилизации. В тех случаях, когда сжигание производится в котлах старой конструкции (ДКВР-Е), предварительной подготовки не производится, а используется «подсветка» мазутом, поскольку влажность опилок в большинстве случаев достаточно высока. При использовании котлов новой конструкции со специализированными топками, рассчитанными на более однородную топливную смесь, перед подачей в топку опилки проходят через дисковую сортировку, отбивающую длинные отщепы и срезки.

Глава 8. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

8.1. Структура транспортно-технологической системы

В состав производственного процесса, кроме технологических операций и связывающих их средств внутрицехового транспорта (они вместе составляют технологические линии), входят и средства внутризаводского транспорта, на которые возлагается роль связующего элемента между фазами производства, осуществляющего операции разгрузки, перемещения, складирования и отгрузки. Наличие таких средств характерно для любого вида производства, однако в каждом случае номенклатура транспортных средств, то есть содержание транспортных систем, определяется спецификой самого производства, а точнее характером перемещаемых грузов.

Лесопильно-деревообрабатывающему производству присущи четыре типа грузов:

- круглые лесоматериалы;
- пилопродукция (как полуфабрикат и как готовая продукция);
- измельченные кусковые отходы лесопиления и деревообработки (в виде технологической щепы или топливной дробленки);
- мягкие (сыпучие) отходы лесопиления и деревообработки (опилки, стружка, отходы окорки).

Транспортная система лесопильно-деревообрабатывающего производства включает в себя две крупных подсистемы. Первой подсистемой охватываются четыре основные операции, выполняемые на складах сырья:

- выгрузка круглых лесоматериалов из внешнего транспорта;
- формирование и разборка штабелей круглых лесоматериалов;
- обслуживание технологических установок на участке подготовки сырья к распиловке (сортировочные линии, раскряжёвочные установки, участки окорки при их автономном расположении);
- внутризаводское транспортирование круглых лесоматериалов.

Второй подсистемой охватываются также четыре основные операции на участках обращения с пиломатериалами:

- формирование и разборка штабелей сушильных и транспортных пакетов;
- обслуживание технологических установок, занятых подготовкой товарной продукции;
- внутризаводское транспортирование пакетов полуфабрикатов или готовой продукции;
- погрузка пилопродукции на внешний транспорт.

Что касается измельченной древесины и мягких отходов лесопиления и деревообработки, то часть средств для их транспортирования входит в состав технологических линий и не образует отдельную транспортную систему. Другая часть транспортных средств, связанная с хранением и отгрузкой этих грузов во внешний транспорт, представлена общепромышленными моделями, лишь в редких случаях подвергнутыми модификации под специфику лесопильно-деревообрабатывающего производства.

Кроме того, на любом предприятии всегда имеются подъёмно-транспортные средства, применяемые во вспомогательных цехах, для строительных и хозяйственных работ, транспортные средства для перевозки персонала и т.п.

8.2. Основные требования к транспортно-технологической системе

Основным технологическим принципом, положенным в основу современных транспортных систем, является пакетирование. *Пакетирование* – это формирование и скрепление грузов в укрупненную грузовую единицу, обеспечивающее в установленных условиях их целостность, сохранность и позволяющее механизировать погрузочно-разгрузочные и складские работы (ГОСТ 21391-84 «Средства пакетирования. Термины и определения». Этот же стандарт дает определения основных грузовых единиц - транспортного пакета и транспортного блок-пакета.

Транспортный пакет (пакет) – укрупненная грузовая единица, сформированная из нескольких грузовых единиц в результате применения средств пакетирования.

Транспортный блок-пакет (блок-пакет) – укрупненная транспортная единица, сформированная из нескольких транспортных пакетов с применением средств пакетирования.

Основопологающим нормативно-технологическим документом для транспортных систем, предназначенных для переработки лесных грузов, является ГОСТ 16369-96 «Пакеты транспортные лесоматериалов. Размеры».

Для пиломатериалов и заготовок стандарт устанавливает шесть размеров поперечного сечения пакетов, для обапола – три, для шпал и переводных брусьев и комплектов ящиков и клепки – по два, для круглых и колотых лесоматериалов – один размер.

Длина пакетов пилопродукции должна быть от 1,0 до 6,5 м, круглых лесоматериалов – от 1 до 8 м.

Стандарт предусматривает возможность блокирования пакетов:

- для пиломатериалов и заготовок – до 2-3 по ширине и 2-3 по высоте;
- для обапола, комплектов ящиков, клепки, шпал и переводных брусьев – до 2 по ширине.

Блокирование транспортных пакетов круглых и колотых лесоматериалов стандартом не предусмотрено. Следует отметить, что кратность укладки в блок-пакеты только отчасти диктуется размерами подвижного состава (ширина), в основном это вызвано требованием сохранности и целостности.

Для пилопродукции конструкция транспортных пакетов и блок-пакетов устанавливается ГОСТ 19041-85 «Транспортные пакеты и блок-пакеты пилопродукции. Пакетирование, маркировка, транспортирование и хранение». Кажется бы, эти стандарты имеют отношение в основном к магистральному транспорту, но это не так. Предприятие в любых случаях должно согласовывать свои грузопотоки и средства их обработки с транспортной инфраструктурой. Соответственно размеры грузовых единиц во внутризаводском обороте оказываются в большинстве равными или кратными размерам транспортных пакетов, обусловленных стандартом. С учетом этих размеров, а также плотности древесины с различной влажностью определяются основные параметры подъёмно-транспортного оборудования и требования к покрытию и габаритам внутризаводской дорожной сети.

Требования к транспортным системам в отношении мягких отходов, технологической щепы и дробленки не имеют такой детальной регламентации, как в отношении лесоматериалов и пилопродукции. В этих случаях, за не-

большими исключениями, применяются те же требования, что и к складированию, хранению и транспортированию сыпучих грузов.

8.3. Оборудование для перемещения круглых лесоматериалов

Как уже указывалось ранее, транспортная подсистема перемещения круглых лесоматериалов охватывает следующие операции:

- выгрузка круглых лесоматериалов из внешнего транспорта;
- формирование и разборка штабелей круглых лесоматериалов;
- обслуживание технологических установок на участке подготовки сырья к распиловке (сортировочные линии, раскряжёвочные установки, участки окорки при их автономном расположении);
- внутризаводское транспортирование круглых лесоматериалов.

Типы и характеристики используемого на этих операциях подъёмно-транспортного оборудования определяются составом операций и характеристикой груза – пачки круглых лесоматериалов.

При выгрузке круглых лесоматериалов из сухопутного транспорта (ж/д вагоны и автотранспорт), формировании и разборке штабелей широко применяются башенные и козловые краны грузоподъёмностью 5...32 т., оснащенные грейферными захватами. В практике часто, особенно на малых предприятиях, используют и стропы, однако при обязательном соблюдении правил техники безопасности. При поставке сырья в специализированном ж/д транспорте (турникеты, «вертушки») для разгрузки вагонов применяют и погрузчики.

При водной поставке сырья в судах применяются те же крановые механизмы, при поставке сплавом краны дополняются системой продольных или поперечных конвейеров. На ряде предприятий в летнее время, когда сырьё идет не в запас, а прямо в распиловку, используют систему конвейеров, увязанных в общую технологическую схему участка подготовки сырья к раскрою.

Для обслуживания технологических установок (раскряжёвочные линии и установки, линии сортировки сырья, узлы окорки) используются козловые и башенные (а иногда и мобильные) краны грузоподъёмностью 5...12,5 т., а также челюстные погрузчики грузоподъёмностью 5...15 т.

Транспортирование круглых лесоматериалов от участка подготовки сырья к лесопильному цеху осуществляется челюстными погрузчиками, автомобильными и тракторными тягачами с прицепами, продольными цепными конвейерами. На предприятиях, где сохранились бассейны, продолжают использовать систему гидрлотков.

Таким образом, в подсистеме транспорта круглых лесоматериалов могут быть задействованы следующие механизмы:

- башенные и козловые краны (общепромышленные и специализированные), оснащенные грузозахватными устройствами (грейферами);
- мобильные краны;
- челюстные погрузчики со специализированными захватами;
- тягачи (автомобильные и тракторные) с прицепами;
- системы продольных и поперечных конвейеров.

Не исключается применение системы гидролотков в сочетании с бассейнами, однако при обязательном соблюдении экологических требований.

8.4. Оборудование для перемещения пиломатериалов

Как указывалось ранее, эта транспортная подсистема охватывает следующие операции:

- формирование и разборка штабелей сушильных и транспортных пакетов;
- обслуживание технологических установок, занятых подготовкой товарной продукции;
- внутризаводское транспортирование пакетов и складирование полуфабрикатов или готовой продукции;
- погрузка пилопродукции на внешний транспорт.

Типы и характеристики применяемого оборудования в этой подсистеме также определяются характеристиками груза (пакет), однако здесь еще добавляется фактор сохранности груза, причём не только в части чисто механического воздействия, но сохранения формы и целостности пакета, загрязнения поверхности и т. п.

На операциях формирования и разборки штабелей сушильных и транспортных пакетов применяются башенные и козловые краны грузоподъемностью 5...12,5 т., оснащенные вилочными и порталными захватами. На небольших предприятиях для этих целей могут применяться и фронтальные вилочные погрузчики. При хранении готовой пилопродукции в закрытых складах применяются мостовые краны. Следует отметить, что применение тросовых стропов в любом варианте исключено, так как в 100% случаев это приводит к повреждению пиломатериалов.

На обслуживании технологических установок (ПФМ, БТУ, СПУ) наибольшее распространение получили фронтальные вилочные погрузчики. При блокировании нескольких технологических установок не исключено использование мостовых кранов, выполняющих одновременно формирование штабелей готовой продукции.

На операциях транспортирования пакетов пиломатериалов между участками лесопильного производства наибольшее распространение получили портовые автолесовозы – транспортные машины, обладающие большой маневренностью и скоростью перемещения.

Имея собственное погрузочно-разгрузочное устройство, автолесовоз обладает большей автономностью нежели другие транспортные средства. На предприятиях используются также авто- и тракторные тягачи с прицепами и полуприцепами. Эти транспортные средства привязаны к определенным точкам погрузки и разгрузки. Для увеличения их производительности практикуют сменные прицепы и полуприцепы, оснащенные специальными сцепными устройствами. На операциях антисептирования пиломатериалов применяют автолесовозы А-210, способные опускать пакет пиломатериалов в заглубленную ванну.

На операциях погрузки продукции в средства внешнего транспорта, как правило, используются башенные и козловые краны. Для строповки грузов могут использоваться инвентарные полужесткие стропы ПС (железнодорожный транспорт) или мягкие стропы. На малых предприятиях для погрузки продукции на автотранспорт применяют фронтальные вилочные погрузчики.

Таким образом, номенклатура подъёмно-транспортного оборудования в этой подсистеме включает в себя:

- башенные, козловые и мостовые краны грузоподъёмностью 5.....12.5 т.;
- фронтальные вилочные погрузчики, грузоподъёмностью 5.....10 т.;
- автолесовозы Т-140 (140м) и А-210 (210а) грузоподъёмностью 5 и 7 т соответственно;
- тракторные и автотягачи с прицепами и полуприцепами.

8.5. Определение потребности в подъёмно-транспортном оборудовании

Определение потребности в подъёмно-транспортном оборудовании производится с учётом общей схемы производственного процесса, размещения участков производства и отдельных технологических установок. Рекомендуются следующий порядок расчёта:

- составляется общая схема грузопотоков и характеристики грузов;
- определяется номенклатура подъёмно-транспортного оборудования ;
- выделяются грузопотоки, обслуживаемые однотипным оборудованием, и грузооборот по каждому потоку;
- определяется потребность в подъёмно-транспортном оборудовании по каждому типу.

Примечание: На действующих предприятиях первый и второй шаги могут объединяться с учётом расположения имеющегося ПТО.

Количество единиц подъёмно-транспортных средств определяется делением годового (в некоторых случаях за другой календарный период) грузооборота на производительность ПТС за этот же период. В общем случае и тот, и другой показатель выражаются в единицах т/год и т/смену. При расчёте потребности ПТС на операциях с пиломатериалами удобнее использовать показатели м³/год и м³/смену.

В основе расчёта лежит общая формула эксплуатационной производительности ПТМ с учётом конкретных организационных и технологических перерывов в работе машин:

$$P_{э.см} = \frac{T - t_{пз}}{t_{ц}} Q K_{zp} K_{в}, \quad (8.1)$$

где $P_{э.см}$ – производительность, т/смену; T – продолжительность смены, мин.; $t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время в смену, мин.; Q – грузоподъёмность машины, т.; K_{zp} – коэффициент использования грузоподъёмности машины; $K_{в}$ – коэффициент использования машины во времени в течение смены (0,85...0,9 для машин с электроприводом и 0,8 – для машин с двигателем внутреннего сгорания); $t_{ц}$ – продолжительность цикла, мин.

Часть параметров, используемых в формуле, регламентирована или регламентируется на предприятии (продолжительность смены, подготовительно-заключительное время, грузоподъёмность машины, коэффициент использования машины).

Продолжительность цикла и коэффициент использования грузоподъёмности машины определяется хронометражом или расчётным путем. Например, для кранового оборудования необходимо учесть, что фактическая грузоподъёмность будет ниже паспортной за счёт массы применяемого грейфера или захвата, то есть:

$$K_{zp} = \frac{Q - M_{зв}}{Q}, \quad (8.2)$$

где $M_{зв}$ – масса захватного устройства, т.

Для челюстного погрузчика, у которого фактический объём, а следовательно, и масса перевозимого груза зависит от площади зева и средней длины круглых лесоматериалов, коэффициент использования грузоподъёмности определится следующим образом:

$$K_{zp} = \frac{M_{zp}}{Q}, \quad (8.3)$$

где $M_{зр}$ – масса пачки бревен, помещающейся в челюстной захват, которую можно определить так:

$$M_{зр} = qSL_{бп}K_S, \quad (8.4)$$

где q – плотность древесины (при фактической влажности); S – площадь зева захвата; $L_{бп}$ – средняя длина бревна, м; K_S – коэффициент плотности укладки (для диаметров 16-22 см – 0,58-0,63, для 24-30 см – 0,64-0,70 и для 32 см и более – 0,70-0,75).

При определении продолжительности цикла во всех случаях целесообразно составить структурную схему работы машины с указанием всех элементарных операций. Укрупненное определение по принципу «сумма вспомогательных операций» нежелательна, так как состав операций может быть различен, а проведение хронометража без структурирования процесса вообще методически неприемлемо.

Для автопогрузчиков и автолесовозов исходная формула преобразована, так как для этих видов транспорта грузопоток обычно измеряется в м³, а не в тоннах, а грузоподъемность машины определяется ёмкостью пакета:

$$P_{э.см} = \frac{T_{см}K_{\sigma}}{t_{ц}} V_n, \quad (8.5)$$

где все обозначения те же, что и в исходной формуле, а V_n – средний объём пиломатериалов в пакете.

Эта же формула используется при расчёте производительности тракторных и автотягачей с прицепами, с тем изменением, что вместо объёма одного пакета подставляется $n V_n$, то есть объём n пакетов, составляющих единовременную загрузку сцепы. Продолжительность цикла во всех случаях рассчитывается с учётом особенностей загрузки, маневрирования, движения и разгрузки каждого типа. Коэффициент использования времени для этих машин рекомендуется принимать в пределах 0,8-0,85.

По расчётным и опытным данным при перевозке транспортных пакетов на короткие расстояния (до 500 м) наиболее эффективны автолесовозы (годовая производительность до 60 тыс.м³). При перевозке на более длинные расстояния (до 1000 м) эффективен тягач МТЗ – 80 с тремя сменными прицепами. При больших расстояниях целесообразно применение трактора Т150К с двумя сменными прицепами или пакетовоза ПН – 25 (годовая производительность 75-85 тыс.м³).

При перемещении сушильных пакетов (расстояние до 200 м) к сушильным камерам применяют автопогрузчик грузоподъемностью 10 т (годовая производительность 65 тыс.м³). При атмосферной сушке и расстоянии перевозки до 500 м эффективен автолесовоз (годовая производительность 60 тыс.м³).

Глава 9. РАЗМЕЩЕНИЕ ЛЕСОПИЛЬНО- ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

9.1. Факторы, влияющие на выбор места расположения предприятия

Размещение деревообрабатывающих производств предопределяется следующими факторами:

- наличием доступных ресурсов древесного сырья на достаточно длительную перспективу;
- наличием рынков сбыта;
- величиной издержек на транспортирование сырья и продукции;
- уровнем развития инфраструктуры;
- эффективностью проектных технологических решений;
- обеспеченностью высококвалифицированными инженерными и рабочими кадрами.

Вопрос о размещении перерабатывающих мощностей не является чем-то новым для России. Еще в конце XIX века Ф.К.Арнольд [1] писал: "...нельзя не считаться с хозяйственными, экономическими условиями данной отрасли промышленности. В этом отношении главенствующими являются условия сбыта леса. Эти последние представляются весьма разнообразными, смотря по местности, где находится лесная дача. Если лес близок к крупному рынку или к центрам густого народонаселения, где сильно развита всякого рода промышленная деятельность, или если есть удобные пути для доставки леса к местам сбыта, там лес и в его первоначальной обделке найдет покупателя, и лесному хозяину не представится надобности заниматься дальнейшей переработкой лесного товара. Но коль скоро лесная дача удалена от крупных рынков и расположена в местности с малоразвитою фабрично-заводской промышленностью и притом еще нет удобных путей для перевозки громоздкого лесного товара, тогда выступает необходимость уменьшить тяжесть груза отделением от него в самом лесу тех частей, которые впоследствии, при дальнейшей обработке в местах употребления составят отброс; в этих случаях обтеска, расколка и распиловка круглого леса в брусья, шпалы, клепку и т.п. становятся неизбежными в местах заготовления лесного товара". Таким образом, было сформулировано правило, которое впоследствии в работах экономистов получило неофициальное название принципа "снижения массы". Вывод из приведенных соображений может быть только один: эффективность лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, удаленных от точек лесодобычи, на перспективу очень сомнительна и тенденция комбинирования лесопереработки с лесодобычей является экономически оправданным, хотя и не единственным организационным решением. Дело в том, что в общем случае следует го-

ворить об экономически доступных ресурсах сырья, но уже не в масштабах региона или промышленного узла, а в масштабах конкретного предприятия.

Постоянное упоминание о доступности пиловочного сырья обосновано самой структурой затрат при производстве пиломатериалов. Сейчас затраты по сырью составляют почти 2/3 себестоимости пилопродукции, как было и в до-реформенный период. Есть одно существенное различие: в стоимости сырья затраты по его транспортированию до лесопильного предприятия в ряде случаев доходят до 25-30%. Обычно при функционально-стоимостном анализе производства рекомендуют вначале ранжировать статьи затрат, выделить ведущие статьи, составляющие в сумме 75%, и затем принимать решение о размещении производства. Следует ещё раз подчеркнуть, что в этом случае первичным является экономический расчёт и только за ним следует технологическая проработка по вариантам, служащая основой для оформления бизнес-плана.

При технологической проработке целесообразно учитывать тенденции в изменении структуры предприятия. Если раньше считалось, что наиболее выгодной является так называемая «законченная» технология, базировавшаяся на унифицированных, типовых проектных решениях, то сейчас произошёл сдвиг в сторону «дифференцированной» технологии, предельно учитывающей особенности конкретного предприятия. Общим для «дифференцированной» технологии является расчленение всей технологической цепочки на два блока – О и Р. В блок О включаются операции, производящие первичный раскрой бревна на брусья и доски крупных сечений и которые по существу производят «обогащение» исходного сырья. В блоке Р сосредоточены операции, обеспечивающие доработку полученного полуфабриката, его «рафинирование». Блок О тяготеет к ресурсам сырья, а блок Р может располагаться и вместе с блоком О, или тяготеть к потребителю. Более того, несколько блоков О может работать на один блок Р, или наоборот, – несколько блоков Р могут обслуживать один блок О. От этого может зависеть и расположение связующего технологического элемента – операции сушки древесины.

Следует, однако, иметь в виду, что прогнозируемые изменения в размещении лесопильного производства не обязательно означают комбинирование лесопереработки с лесодобычей. Такое комбинирование автоматически ограничивает объемы выпуска продукции, так как практически исключает концентрацию ресурсов сырья. Правильнее сделать вывод о том, что производство пиломатериалов не должно быть оторвано от производства круглых лесоматериалов. В целом же размещение лесопильно-деревообрабатывающих производств должно подчиняться следующим правилам:

- территориальная близость ресурсов сырья и простота транспортных связей (без дополнительных перевалок);

- близость федеральной транспортной сети;
- сочетание удалённых, внутрирегионального и локального рынков сбыта на все виды продукции;
- самообеспечение технологической тепловой энергией;
- наличие источников силовой электроэнергии и связанной с этим инфраструктуры.

Если хотя бы одно из перечисленных условий не выполняется, то рентабельность производства всегда будет сомнительной, так как обусловленное этими обстоятельствами увеличение издержек не может быть компенсировано повышением эффективности переработки и использования пиловочного сырья.

Исходя из изложенных выше предпосылок, по объёму переработки пиловочного сырья верхним пределом на ближайшую перспективу следует считать 200 – 250 тыс.м³ в год. Соответственно выпуск пиломатериалов будет на уровне 100 – 120 тыс. м³ в год. Этот предел определяется прежде всего экономической доступностью сырья, основная масса которого должна поступать от 2-3 близко расположенных поставщиков. Это означает, что концентрация производства пиломатериалов, как минимум, не будет увеличиваться, а скорее, будет снижаться с соответственным увеличением количества так называемых малых предприятий. В связи с этим необходимо обратить особое внимание на технологические и организационные особенности производства пиломатериалов на предприятиях этой категории.

9.2. Особенности организации производства пилопродукции на малых предприятиях

В соответствии с действующими правовыми документами к малым предприятиям, занятым в производстве, относятся организации и фирмы, где занято до 100 работников. Однако в сфере производства пилопродукции это ограничение не является определяющим, так как наиболее часто встречаются предприятия с численностью до 30 -50 человек.

Уже при плановой экономике было ясно, что при разработке технологии малых предприятий целесообразно отдать предпочтение экономическим критериям, оставив на втором плане объёмные показатели. В связи с этим технология и оборудование предприятия малой мощности должны были отвечать следующим требованиям:

- сравнительно низкие первоначальные инвестиции;
- возможность использования уже существующих неотапливаемых производственных помещений со сравнительно небольшими высотными отметками;
- отказ от обязательного соблюдения принципа непрерывного потока;

- ограниченная общая установленная электрическая мощность;
- полное использование потенциала сырья не только на технологические, но и на энергетические цели (включая котельно-печное топливо).

С учетом этих требований ЦНИИМОДом были разработаны "Системы машин и оборудования для лесопильно-деревообрабатывающих предприятий малой мощности". В результате уже к концу 2000 года были создано, испытано и стало поступать на предприятия следующее оборудование:

- фрезернобрусующая линия ФБЛ-16м;
- головной бревнопильный станок ЦМД;
- станки второго ряда ЦМД-Б и Ц5Д-130;
- многопильный делительный станок Ц8Д-80;
- линия торцовочная проходная ПТ-1У;
- делительный (ребровый) станок КД-125 (ЦД-150);
- сушильные камеры ЦНИИМОД-90;
- строгальные станки С-125, С-125м; С-175;
- гамма теплогенераторов ТГ и другие виды оборудования.

В сочетании с уже освоенными моделями одноэтажных лесопильных рам, отечественных и импортных однопильных круглопильных станков перечисленное оборудование сейчас составляет основу для оснащения малых предприятий в лесном комплексе.

Требование ограничения первоначальных инвестиций может быть выполнено за счёт такой организации производства и технологической компоновки, которые отвечали бы следующим условиям:

- ограничение развития транспортно-технологических систем и транспортной инфраструктуры, а точнее дорог;
- отказ от линейной структуры технологических потоков в пользу петлеобразных и Г-образных конфигураций;
- переход на работу по заказам с ориентацией на выпилку в основном потоке более крупных сечений.

Использование уже существующих помещений обусловлено тем, что строительство новых зданий и сооружений сразу увеличивает срок окупаемости инвестиций. Преимущество неотапливаемых помещений состоит в том, что малые предприятия, как правило, не работают в постоянном режиме, а затраты на отопление неработающего цеха могут быть существенными. Соответственно, в таких помещениях ограничивается применение пневмо- и гидросистем, если нет приборов для местного обогрева.

Непрерывность технологических потоков, обеспечивающая высокую производительность на предприятиях большой и средней мощности, для ма-

лых предприятий является в большинстве случаев недостатком. Во-первых, непрерывный поток требует для своего размещения помещений достаточно большой длины (минимум 36 м). Во вторых, непрерывный поток требует соответствующего построения схемы внешнего транспорта и, как следствие, развития транспортной инфраструктуры. В третьих, при непрерывном потоке технологическая гибкость производства невысока: исключается выработка продукции любой степени готовности, что неизбежно при работе по заказам. В связи с этим рациональнее строить технологическую схему малого предприятия как комплекс производственных участков, имеющих между собой гибкие транспортные связи. В качестве транспортных связей можно применять любые устройства, позволяющие перемещать пакеты полуфабрикатов. Это могут быть рельсовые и безрельсовые тележки, электропогрузчики, тельферы, консольные поворотные подъёмники.

Требование снижения общей установленной, а точнее одновременно потребляемой мощности, обусловлено тем, что развитие энергетической инфраструктуры (прокладка сетей и строительство трансформаторных подстанций с их последующим обслуживанием) связано с высокими первоначальными и текущими затратами. Поэтому одновременно потребляемая электрическая мощность не должна превышать 400 КВА. Заметим, что это требование лучше всего выполняется при расчленении технологического потока на отдельные участки.

Полное использование потенциала древесного сырья в условиях малого предприятия представляет определённые трудности. В большинстве случаев использование вторичных ресурсов древесины изготовления и реализации технологической щепы не оправдывает себя из-за сравнительно небольших объёмов. К тому же транспортирование даже измельчённой древесины на большие расстояния неэффективно. Остаётся энергетическое использование, которое может быть осуществлено по трём вариантам:

- продажа населению и организациям в качестве печного топлива после некоторой подготовки;
- сжигание в специализированных топках с получением тепла для технологических нужд, например, для теплоснабжения сушильных камер;
- применение газогенераторных установок с получением электроэнергии от конвертированных дизель-генераторов.

Не исключается использование части мягких отходов для отсыпки лесных дорог в зимнее время, а также иные известные направления использования кусковых и мягких отходов древесины.

Библиографический список

1. Аксёнов, П.П. Теоретические основы раскроя пиловочного сырья / П.П. Аксёнов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 216 с.
2. Боровиков, Е.М. Лесопиление на агрегатном оборудовании / Е.М. Боровиков, Л.А. Фефилов, В.В. Шестаков. – М.: Леси.пром., 1985. – 216 с.
3. Волынский, В.Н. Технология клееных материалов: учебн. пособие / В.Н. Волынский. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. – 280 с.
4. Волынский, В.Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях / В.Н. Волынский, С.Н. Пластинин. – М.: ООО Ризл-пресс, 2005. – 256 с.
5. Калитиевский, Р.Е. Информационные технологии производства пиломатериалов с использованием ЭВМ: учебное пособие / Р.Е. Калитиевский. – СПб.: изд. ЛТА, 2000. – 94 с.
6. Области применения агрегатных линий для переработки пиловочника на пиломатериалы и технологическую щепу: РТМ. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1977. – 16 с.
7. Система машин и оборудования для лесопильных предприятий: РТМ. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1976. – 132 с.
8. Руководящие технические материалы для мастера и рабочих лесопильных цехов малой мощности / Сост. А.В. Кузнецов. – Архангельск: ОАО «Научдревпром-ЦНИИМОД», 2000. – 96 с.
9. РТМ по подготовке и отгрузке пиломатериалов на экспорт / Сост. В.Ф. Щеглов, В.Л. Рымашевский. – Архангельск: «Научдревпром-ЦНИИМОД», 2000. – 81 с.
10. Русский лес: Т. 2. Ч. 2 / Арнольд Ф.К. – СПб, 1899. – 585 с.
11. Справочник по лесопилению / Ю.А. Варфоломеев, И.С. Дружин, Ю.А. Дьячков и др.; под ред. А.М. Копейкина. – 2-е изд. – М.: «Экология», 1991. – 496 с.
12. Турушев В.Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов / В.Г. Турушев. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 208 с.
13. Турушев, В.Г. Технология и оборудование для обработки пиломатериалов и подготовки их к реализации: уч. пособие / В.Г. Турушев, Д.В. Иванов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2002. – 120 с.

Приложения

Приложение 1

Таблица П 1.1

Технические характеристики станков для окорки бревен

Модель станка	Диаметры окариваемых бревен, см	Число короснимателей, шт	Скорость подачи, м/мин	Установленная мощность, кВт
ОК40 – 2	6 – 35	6	12 - 72	36,62
ОК63 – 2	10 – 55	6	12 - 60	40,12
ОК63Ф – 2	14 – 55	6	12 - 60	37,62
ОК80 - 2	12 – 70	6	12 - 60	70,12
2ОК40-1	6 – 35	6; 6	12 - 72	51,12
2ОК63-1	10 – 55	6; 6	12 – 60	65,12
2ОК80-1	12 – 70	6; 6	12 - 72	115,12

Таблица П 1.2

Технические характеристики лесопильных рам

Модель	Просвет пильной рамки, мм	Ход пильной рамки, мм	Максим. посылка, мм/об	Частота вращения кол. вала, об/мин	Максим. кол-во пил в поставе	Установленная мощность кВт
Двухэтажные лесопильные рамы						
РД50-3	500	600	60	360	10	116,5
2Р50-1(2)	500	700	60	360	10	138,0(132,8)
2Р63-1(2)	630	700	75	345	10	137(133)
РД75-6	750	600	50	320	12	97,0
РД75-7	750	600	50	320	12	117,0
2Р75-1(2)	750	600	65	325	12(14)	128,7(121,1)
2Р80-1(2)	800	700	50	320	14	139,6
2Р100-1(2)	1000	700	40	250	14	167,9
РД110-2М	1100	600	22	235	20	139,5
Одноэтажные лесопильные рамы						
Р65-4М	630	400	22	250	12	28
Р63-4А	630	400	35	270	12	63,8
Р80-2	800	500	40	275	14	83,4
РТ-36	360	210	14,9	650	16	24,5
РТ-40	400	250	6,0	500	20	41,6
РК63-2	630	400	40	285	12	52,4

Таблица П 1.3

Технические характеристики фрезернопильного оборудования

Модель	Диаметр обрабатываемых бревен, см	Высота пропила, максимальная, мм	Кол-во фрезерных головок, ед	Кол-во пил, ед	Установленная мощность, кВт
Фрезернобрусующие станки					
ФБС-750	8 – 16	-	2	-	119
УФ-16	8 – 16	-	2	-	119
ФБЛ-16м	6 – 16	-	2	-	70
Фрезернопильные линии типа ЛАПБ					
ЛАПБ-1	12 – 18	155	5	5	389
ЛАПБ-2	10 – 18	155	6	6	440
Фрезернопильные линии типа ЛФП					
ЛФП-1	16 – 30	500	2	4	784,8
ЛФП-2	10 – 24	-	2	4	281,5
ЛФП-3*	10 – 18**	180	2	6	333

*Линия ЛФП-3 предназначена для переработки брусьев

** Диапазон толщин перерабатываемых брусьев

Таблица П 1.4

Технические характеристики круглопильных и ленточнопильных станков для распиловки бревен, брусьев и горбылей

Модель	Максим. диаметр обработ. бревен, см	Наибольшая высота пропила, мм	Скорость подачи, м/мин	Количество пил, шт	Установл. мощность, кВт
Бревнопильные станки					
ЦДТ-6	70	500		1	118,0
Молома-1200	48	480	0-96	1	45,0
УСК-1	40	400	13	2*	37,87
ЦМД	26	260	6-20	2 (4)	57,2
ЛБЛ-100	70	900	5- 60 (80**)	1	58,0
2ЛБ-100	60	600	5-50	2	58,5
ЛГУ-1000	100	1000	2-40 (40**)	1	30,0
Станки для распиловки брусьев					
Ц5Д-130	-	130	16;20;36	до 5	78,0
СБ-8	-	150	25 ÷ 40	8	104,0
СБ-8М	-	130	15 ÷ 50	до 7	210,0
Ц8Д-8М	-	180	10 ÷ 80	8	114,4
Ц7Д-180	-	180	12;19;27	До 7	79,0
Ц12Д-1М	-	200	10 ÷ 80	24*	213,6
Станки для распиловки горбылей					
ЛД125К-1	-	700	5 ÷ 80	1	59,5
ЦР-4	-	300	45	1	40,0
ЦР-300	-	260	16;22	1	20,0

*На двух пильных валах

** Обратный ход

Таблица П 1.5

Технические характеристики обрезных и фрезернообрезных станков

Модель	Просвет, мм	Толщина обрабатываемых досок, мм	Скорость подачи, м/мин	Установленная мощность
Ц2Д-7А	800	13÷100	80;100;120;150	46,0
Ц2Д-5А	710	13÷100	80;120	46,0
Ц2Д-1Ф	630	13÷32	147	88

Таблица П 1.6

Технические характеристики линий, установок и станков для торцовки пиломатериалов

Модель	Наибольшие размеры пропила, мм		Скорость подачи, м/мин	Расстояние между упорами, мм	Установленная мощность, КВт
	высота	ширина			
Станки для позиционного способа торцовки					
ЦКБ40-1	100	400	-	-	10,0
ЦКБ63-1	100	630	-	-	10,0
ТСП-3	75	150	-	-	4
Линии для проходного способа торцовки					
ЛТ-1	80	300			
ЛТ-1М	75	275			
ЦТЗ-2М*	100	250	7,2; 10,8; 14,4	600	33,6
ПТ-1У	75	225	13**	760	9,7

*снята с производства

** кол-во упоров в мин.

**Инструкционные посылки, мм, для лесопильных рам модели РД75-6
с мощностью привода 75 кВт и РД75-7 с мощностью привода 100 кВт;
число оборотов коленчатого вала 320 об/мин
(порода древесины - сосна, ель, пихта)**

Диаметр бревна (высота бруса), см	Число пил (пропилы)						
	до 6	7	8	9	10	11	12
Распиловка бревен вразвал или с брусковой при выпиловке двух брусьев							
14	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	40,0
16	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	38,0	35,0
18	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	32,0	29,0
20	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	30,0	27,0
22	31,0	31,0	31,0	31,0	29,0	26,0	24,0
24	29,0	29,0	29,0	29,0	26,0	22,0	20,0
Распиловка бревен с брусковой при выпиловке одного бруса (высота бруса равна 0,7 вершинного диаметра бревен)							
14	45,0	-	45,0	-	-	-	-
16	45,0	-	45,0	-	-	-	-
18	43,0	-	43,0	-	43,0	-	-
20	42,0	-	42,0	-	42,0	-	-
22	39,0	-	39,0	-	39,0	-	-
24	36,0	-	36,0	-	35,0	-	-
26	34,0	-	34,0	-	32,0	-	-
28	32,0	-	32,0	-	29,0	-	-
30	30,0	-	30,0	-	27,0	-	-
32	27,5	-	27,5	-	24,5	-	-
34	26,5	-	26,5	-	22,0	-	-
Распиловка брусьев на лесопильной раме РД75-7							
10	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	-	-
12	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	-	-
14	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	-	-
16	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	-
18	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0
20	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0
22	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
24	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
26	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	28,0	26,0

Таблица П 2.2

**Инструкционные посылки, мм, для лесопильных рам модели РД50-3
с мощностью привода 100 кВт и числом оборотов коленчатого вала
360 об/мин (порода древесины – сосна, ель, пихта, кедр)**

Диаметр бревна (высота бруса), см	Число пил (пропилов)				
	до 6	7	8	9	10
Распиловка бревен вразвал или с брусковой при выпилке двух брусьев					
14	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0
16	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
18	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
20	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0
22	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
24	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Распиловка бревен с брусковой при выпилке одного бруса (высота бруса равна 0,7 вершинного диаметра бревен)					
14	45,0	-	45,0	-	45,0
16	45,0	-	45,0	-	45,0
18	43,0	-	43,0	-	43,0
20	42,0	-	42,0	-	42,0
22	39,0	-	39,0	-	39,0
24	36,0	-	36,0	-	36,0
Выпиловка брусьев					
10	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0
12	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
14	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0
16	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
18	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0

Таблица П 2.3

**Коэффициент использования лесопильного потока на базе двухэтажных
лесопильных рам**

Время распиловки бревна, с	Распиловка вразвал	Распиловка с брусковкой при количестве брусьев на накопителе, шт.			
		0	1	2	3
8	0,619	0,505	0,510	0,514	0,518
9	0,647	0,535	0,540	0,544	0,548
10	0,670	0,561	0,566	0,571	0,575
11	0,691	0,584	0,590	0,595	0,599
12	0,709	0,605	0,611	0,616	0,621
13	0,725	0,624	0,630	0,636	0,641
14	0,740	0,641	0,648	0,653	0,659
15	0,753	0,657	0,664	0,670	0,675
16	0,765	0,671	0,678	0,684	0,690
17	0,776	0,685	0,692	0,698	0,703
18	0,785	0,697	0,704	0,710	0,716
19	0,794	0,708	0,716	0,722	0,727
20	0,803	0,719	0,726	0,733	0,738
21	0,810	0,728	0,736	0,743	0,748
22	0,817	0,738	0,745	0,752	0,757
23	0,824	0,746	0,754	0,761	0,766
24	0,830	0,754	0,762	0,769	0,774
25	0,836	0,761	0,770	0,776	0,782
26	0,841	0,769	0,777	0,784	0,789
27	0,846	0,775	0,784	0,790	0,796
28	0,851	0,781	0,790	0,797	0,802
29	0,855	0,787	0,796	0,803	0,808
30	0,859	0,793	0,802	0,808	0,814
32	0,867	0,803	0,812	0,819	0,824
34	0,874	0,813	0,822	0,828	0,833
36	0,880	0,821	0,830	0,837	0,842
38	0,885	0,829	0,838	0,845	0,850
40	0,890	0,836	0,845	0,852	0,857
42	0,895	0,843	0,852	0,858	0,863
44	0,899	0,849	0,858	0,864	0,869
46	0,903	0,855	0,864	0,870	0,875
48	0,907	0,860	0,869	0,875	0,880
50	0,910	0,865	0,874	0,880	0,884
52	0,914	0,869	0,878	0,884	0,889
54	0,916	0,873	0,883	0,889	0,893
56	0,919	0,878	0,887	0,893	0,897
58	0,922	0,881	0,890	0,896	0,900
60	0,924	0,885	0,894	0,900	0,904
65	0,930	0,892	0,902	0,907	0,911
70	0,934	0,899	0,909	0,914	0,918
75	0,938	0,905	0,915	0,920	0,923
80	0,942	0,911	0,920	0,925	0,928
90	0,948	0,920	0,929	0,933	0,936
100	0,953	0,927	0,936	0,940	0,943

Таблица П 2.4

Посылки для одноэтажных лесопильных рам

Диаметр бревна толщина бруса, мм.	Посылка, мм/ оборот коленчатого вала, числе пил в поставе						
	6	7	8	9	10	11	12
100	35	35	35	24	24	24	24
120	35	35	35	24	24	24	24
140	24	24	24	24	24	22	18
160	24	24	24	24	18	12	12
180	24	24	24	18	12	12	12
200	24	24	18	12	12	12	12
220	22	22	12	12	12	12	11
240	18	18	12	12	12	11	9
260	18	12	12	12	11	9	6
280	12	12	12	9	9	6	6
300	12	12	12	9	6	6	6
320	12	12	6	6	6	6	6
340	6	6	6	6	6	6	5
360	6	6	6	6	6	6	5