

**А. М. КОПЕЙКИН**  
**ПЕРСПЕКТИВЫ**  
**РАЗВИТИЯ**  
**ТЕХНОЛОГИИ**  
**ЛЕСОПИЛЕНИЯ**

1111764



МОСКВА  
«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»  
1989

6п6.4

К 65

УДК 674.093:658

Копейкин А.М. Перспективы развития технологии лесопиления. — М.: Лесн. пром-сть, 1989. — 104 с.  
ISBN 5-7120-0147-0

В книге на основании анализа современного состояния отечественного и зарубежного лесопиления, требований ресурсосбережения, малооперационности и безотходности производства рассмотрены возможные направления совершенствования технологии лесопиления на ближайшую перспективу.

Для инженерно-технических работников лесопильно-деревообрабатывающей промышленности.

Табл. 30. Ил. 23. Библиогр.: 44 назв.

Р е ц е н з е н т А.А. Дьяконов (Минлеспром СССР).

К 2903020000 - 016 16 - 89  
037 (01) - 89

ISBN 5-7120-0147-0

©Издательство "Лесная промышленность", 1989

## ВВЕДЕНИЕ

---

Мировое потребление древесины, в том числе пиломатериалов, в течение последних десятилетий удерживается на достаточно высоком уровне. Несмотря на опережающий рост производства плитных материалов, бумаги и картона, спрос на пиломатериалы — традиционную продукцию лесопереработки — остается стабильным и даже имеет тенденцию к увеличению. Согласно последним прогнозным разработкам потребление пиломатериалов в европейских странах к 1990 и 2000 гг. по минимальному варианту составит соответственно 106,6 и 119 млн. м<sup>3</sup> в год против 102,3 млн. м<sup>3</sup> в среднем за 1979 — 1981 гг.

Широко распространенное в 1950-х годах мнение о том, что в перспективе древесина уступит место металлам и синтетическим конструкционным материалам, опровергнуто жизнью. Более того, с развитием склеивания области применения цельной древесины даже расширились, а способность леса к возобновлению поставила древесину на особое место среди всех видов естественных ресурсов. И все-таки мнение о неперспективности древесины как конструкционного материала оказалось негативное воздействие на развитие некоторых отраслей прикладной науки, в частности исследований в области технологии лесопиления. Теория раскroя пиловочного сырья, сложившаяся еще в 1940-х годах, была практически канонизирована и подвергалась лишь некоторым уточнениям и дополнениям. Попытки изменить подход к раскрою пиловочного сырья, например, предложенный проф. П.П. Аксеновым (МЛТИ) развольно-сегментный способ распиловки, не будучи подкреплены технической и нормативной базой, не нашли практического применения в промышленности.

Можно констатировать, что развитие отечественного лесопиления проходило под флагом унификации во всех областях — технологии, проектных решений, стандартизации. Соответственно повышение технического уровня лесопиления в последние десятилетия определялось в основном увеличением масштабов агрегатной переработки сырья, камерной сушки пиломатериалов, торцовки после сушки, пакетного метода обращения и отгрузки пиломатериалов. Из организационно-технологических мероприятий наиболее существенное влияние на работу отрасли оказала специализация лесопильных предприятий по толщинам и сечениям выпиливаемых пиломатериалов. На ближайшую перспективу предполагается уделить основное внимание автоматизации и механизации сортировки сырья и пиломатериалов.

Все перечисленные технические, технологические и организационные мероприятия оказали воздействие на техническое развитие предприятий средней и большой мощности и мало коснулись предприятий "малого

лесопиления". Можно заметить также, что оснащение средних и больших предприятий автоматизированным и высокомеханизированным оборудованием не меняет принципиально технологию производства пиломатериалов, а лишь технически перевооружает эти предприятия.

В перспективе прогнозируется ситуация, при которой предприятия большой и средней мощности подойдут к пределу насыщения техникой, а малые предприятия, копируя сложившуюся технологию, останутся на прежнем уровне технического развития, поскольку не смогут применять высокопроизводительную технику по экономическим соображениям. Следовательно, возникает проблема совершенствования технологии лесопиления с учетом мощности предприятий, дифференциации их по сырью, продукции, расположению относительно пунктов лесодобычи и потребления пилопродукции и вторичного древесного сырья.

В основу совершенствования технологии лесопиления должны быть положены различная степень специализации по сырью и пилопродукции, углубление исследований по схемам раскroя пиловочного сырья, более четкое прогнозирование ресурсов сырья и его концентрации, ресурсов рабочей силы и стоимости живого труда. Не исключено, что совершенствование технологии лесопиления потребует пересмотра технических требований к сырью и пилопродукции, освоения новых способов сушки древесины, введения новых операций (базоформирования, склеивания и т.п.) в производственный процесс лесопиления при обязательным сокращении его длительности.

## ГЛАВА 1

### АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И СЫРЬЕВЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ НА ПЕРСПЕКТИВУ

#### 1.1. ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Технический уровень производства характеризует способность отрасли вырабатывать продукцию заданного объема, ассортимента и качества с минимальными трудовыми и материальными затратами. Для лесопильного производства основными показателями технического уровня являются производительность труда, степень использования пиловочного сырья, включая и вторичные ресурсы древесины. Статистические данные последних лет (табл. 1) показывают, что все показатели технического уровня отечественного лесопиления имеют положительную динамику.

При анализе технического уровня производства представляет интерес не только динамика его параметров во времени, но и сопоставление с наиболее развитыми лесопромышленными странами. Сложность такого сопоставления заключается в том, что в силу разнообразия природных условий и особенностей основных лесодобывающих районов СССР ни одна из стран мира не может быть принята в качестве единственного аналога. В связи с этим обычно для сравнения выбирают Швецию и Финляндию, которые по условиям близки Северу европейской части СССР, а также Канаду и США, где параметры сырья менее, чем в других странах, отличаются от регионов Сибири и Дальнего Востока.

Технико-экономические показатели, публикуемые в зарубежных журналах и проспектах, зачастую имеют рекламный характер и намеренно освобождены от подробностей, поэтому за неимением более свежих данных для анализа использованы отчетные данные 1982 г., собранные ФАО ЕЭК ООН по единой методике [20] в порядке подготовки к 15-й сессии Объединенной рабочей группы ФАО/ЕЭК по экономике и статистике лесного сектора.

Общеизвестно, что СССР находится на первом месте в мире по объемам выпуска пиломатериалов, причем даже предприятия планируемого круга выпускают пиломатериалов несколько больше, чем вся лесопильная промышленность США (табл. 2). В то же время лесопильное производство в СССР характеризуется сравнительно невысоким уровнем концентрации: на одном предприятии планируемого круга вырабатывается только 4,4 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов в год, т.е. в несколько раз меньше, чем в среднем на одном предприятии североамериканских стран (табл. 3). Правда, концентрация лесопиления в системе Минлеспрома СССР существенно выше, однако производительность труда в нату-

**1. Показатели технического уровня лесопиления  
по Минлесбумпрому СССР**

Показатель	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.
Производительность труда:							
по выработке обезличенных пиломатериалов на рабочего, м <sup>3</sup> /чел. год	315	318	320	325	328	333	340
по выработке условно-натуральных пиломатериалов, м <sup>3</sup> /чел. год	358	375	380	392	395	400	410
по выработке товарной продукции на работающего, тыс. р/чел. год	11,8	12,2	12,5	12,93	13,2	13,7	14,3
Сокращение численности рабочих, занятых ручным трудом, тыс. чел. (к предыдущему году)	—	3,94	2,0	2,18	2,5	3,0	3,2
Уровень механизации труда, %	42,4	44,0	46,0	47,5	50,0	52,0	54,0
Комплексное использование сырья (на технологические цели), %	78,5	78,8	79,0	79,1	79,2	79,5	79,9

**2. Показатели объемов производства в СССР и за рубежом**

Страна	Выпуск пиломатериалов, млн. м <sup>3</sup> /год	Число предприятий, ед.	Число работающих, чел.
<b>СССР:</b>			
Планируемый круг	77,4	17606	212970
В том числе Минлесбумпром СССР	37,4	540	—
США	76,28	7544	120000
Канада	33,73	1233	44710
Швеция	11,23	2611	30000
Финляндия	7,3	6857	18620

**3. Уровень концентрации и производительность труда в лесопилении**

Страна	Уровень концентрации, тыс. м <sup>3</sup>	Производительность труда, м <sup>3</sup> /чел. год
<b>СССР:</b>		
Планируемый круг	4,4	363
Минлесбумпром СССР	69,3	311
США	10,1	630–635
Канада	27,3	750–760
Швеция	4,3	374
Финляндия	1,1	392

ральном выражении в СССР ниже, чем в Швеции и Финляндии, и заметно отстает от североамериканских стран.

Следует сразу же заметить, что масштаб этого отставания нельзя оценивать прямым сопоставлением приведенных в табл. 3 цифр. На зарубежных предприятиях, как правило, часть работ, таких как внутризаводские перевозки, погрузочно-разгрузочные операции с сырьем и продукцией, ремонт и обслуживание технологического оборудования выполняется подрядными фирмами, что снижает видимые затраты живого труда. Для сравнения укажем, что на предприятиях Минлесбумпрома СССР в структуре трудоемкости доля только вспомогательных служб составляет примерно 10–12 %.

Необходимо учитывать и тот факт, что структура вырабатываемой пилопродукции у каждой страны специфична и отражает особенности сырьевой базы и сферы потребления. Например, Швеция, Финляндия и Канада перерабатывают в основном древесину хвойных пород и более 2/3 выпуска пиломатериалов поставляют на экспорт, причем из Канады в Великобританию в массовых масштабах эксплуатируются пиломатериалы высокой влажности, не подвергавшиеся камерной сушке. В США, напротив, пиломатериалы лиственных пород составляют около 18 % общего выпуска, а поставка невысушенных пиломатериалов характерна только для мелких предприятий, не обеспеченных источниками энерго- и теплоснабжения.

Постепенно уменьшается, но пока имеет место отставание отечественного лесопиления в использовании вторичных ресурсов древесины – кусковых и мягких отходов лесопиления и древесной коры [39]. Хотя по предприятиям Минлесбумпрома СССР неиспользуемый остаток кусковых и мягких отходов составляет 8 %, т.е. на уровне Финляндии и ниже, чем в США, высокий уровень утилизации в нашей стране достигается за счет применения древесины в качестве топлива для котлогенераторов (табл. 4).

Менее благополучно обстоит дело с использованием древесной коры. Приведенные в табл. 5 данные об отходах окорки (а не всей древесной коры, так как учесть ее пока невозможно) показывают, что в СССР практически весь объем полученных отходов окорки направляют в отвал, тогда как в США, Канаде и Финляндии 60 %, а в Швеции почти все отходы окорки идут на технологические и топливные цели.

Оценивая уровень утилизации отходов окорки, необходимо иметь в виду, что направление их в отвал – очень существенная и нежелательная экологическая нагрузка и следует увеличивать экономические санкции со стороны государства к предприятиям, которые не решают технические и организационные вопросы утилизации древесной коры.

Подводя итоги сопоставления технического уровня, приходится признать, что, догнав развитые лесоперерабатывающие страны по степени комплексного использования древесины, отечественное лесопиление отстает в темпах повышения производительности труда, что объясняется

**4. Использование вторичных ресурсов древесины (кусковых и мягких отходов лесопиления) по направлениям, %**

Страна	На технологоческое сырье	На продажу, в том числе на экспорт	На топливо для котлоагрегатов	Неиспользуемый остаток
<b>СССР:</b>				
Планируемый круг	45	—	25	30
Минлесбумпром СССР	60	—	32	8
США	65,4	8,7	14,6	11,3
Канада	71	2,0	22	5
Швеция	95,1	—	4,7	0,2
Финляндия	82,4	—	10,6	7

**5. Использование отходов окорки по направлениям, %**

Страна	На технологоческое сырье	На топливо для котлоагрегатов	На прочие цели	Неиспользуемый остаток
<b>СССР:</b>				
Планируемый круг	0,2	0,7	9	90,1
Минлесбумпром СССР	0,3	0,9	10	88,8
США	По всем направлениям	60		40
Канада	3	45	12*	40**
Швеция	5,4	89,4	2,4***	2,8
Финляндия	1	60,6	—	38,4

\* Используется в производстве удобрений. \*\* Сжигается с целью уничтожения.

\*\*\* Реализуется на сторону.

как техническими, так и организационно-технологическими причинами. Для того чтобы точнее определить меры по преодолению этого отставания и не ставить целью рост только объемных показателей, необходимо проанализировать условия, а также научно-технические проблемы, связанные с развитием лесопиления на ближайшую перспективу.

**1.2. ВЗАИМОСВЯЗЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЕ ЛЕСОПИЛЕНИЯ**

Главная цель лесопильной промышленности — удовлетворение потребности народного хозяйства в продукции лесопиления. Лесопильная промышленность функционирует и развивается в рамках народного хозяйства. Для рассмотрения общей картины воспользуемся терминологией

Я. Дитриха, который при проектировании систем применяет понятия техносферы и биосферы [8]. Под техносферой понимается совокупность всевозможных технических средств, воздействующих на человека в его социальной и биологической сферах. Техносфера вместе с социальной и биологической образуют экосферу человека с соответствующими условиями жизни и развития. Поскольку все элементы экосферы не могут подвергаться безграничным и мгновенным изменениям, то при оценке развития отрасли необходимо учитывать по возможности все ограничения социально-экономического и технического характера, которые и будут определять стратегию технической политики (рис. 1).

К ограничениям биосферы относятся запасы сырья и топливно-энергетических ресурсов, требования охраны окружающей среды, ресурсы рабочей силы. Для социалистической системы характерно требование сокращения тяжелых и ручных работ, особенно там, где используется труд женщин.

Техносфера, частью которой является лесопильное производство, достаточно жестко нормирует объемы и качество ресурсов, необходимых для поддержания и обновления производственного аппарата отрасли, обеспечения его транспортной инфраструктуры, что проявлялось до настоящего времени в форме лимитов на капитальные вложения, проектные и строительно-монтажные работы, транспорт или в форме фондов на оборудование, инструмент, материалы и т.п. С переходом на самофинансирование и самоокупаемость, введением оптовой торговли средствами производства влияние лимитов будет безусловно смягчено, однако полное их снятие возможно только при насыщении спроса на проектные услуги, строительные мощности и потребности в оборудовании. Кроме того, техносфера воздействует на отрасль и за счет технического уровня прогрессивного оборудования, инструмента, технических средств автоматизации, вновь внедряемых и осваиваемых на предприятиях.

Лесопильная промышленность и сама способна задавать ограничения техносфере, управляя номенклатурой и качеством своей продукции, созданием новых ее видов. Наличие и значимость этой связи до сих пор недооцениваются практически на всех уровнях планирования и управления, поскольку лесопильная отрасль причислена к второстепенным, обслуживающим производствам даже в системе лесопромышленного комплекса. Нельзя не учитывать и то, что другие отрасли лесопромышленного комплекса, сами будучи частью техносферы, тоже влияют на развитие лесопильного производства.

Дело в том, что на развитие и функционирование отдельных отраслей лесопромышленного комплекса всегда влияла система экономических и административных приоритетов в распределении всех видов ресурсов. Наличие приоритетов в условиях планового хозяйства оправдывается стратегическими целями технической политики, фактически же при их

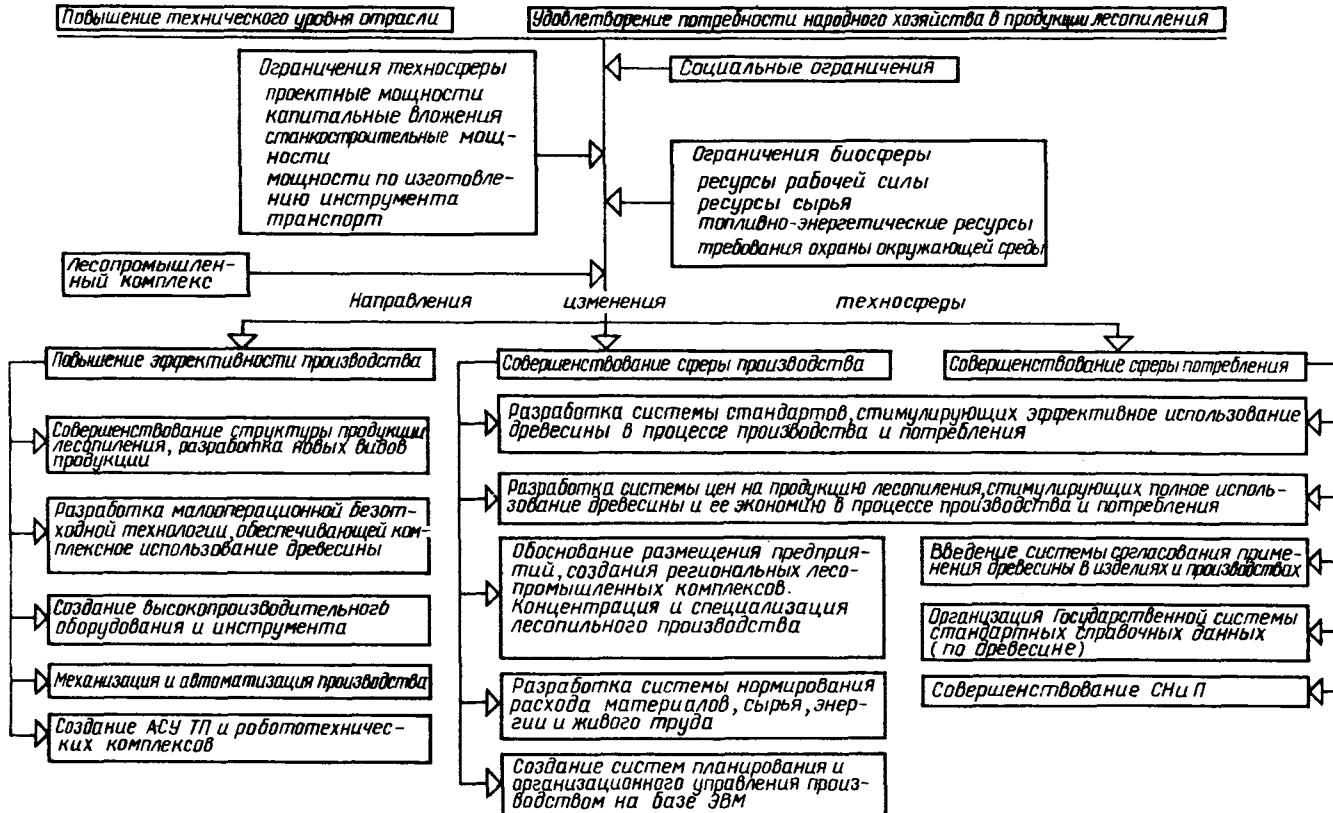


Рис. 1. Схема взаимосвязей, обуславливающих развитие лесопильной промышленности

определенении на первое место зачастую выходят соображения оперативного характера, обусловленные требованиями выполнения текущих плановых заданий. Такие корректировки технической политики, рассчитанные на быструю отдачу, как правило, давали негативные последствия уже в ближайшей перспективе. В качестве примера можно привести ошибки в политике лесоснабжения, допущенные в X и X1 пятилетках.

Известно, что наиболее высокие требования к качеству древесины предъявляются в производстве фанеры; в лесопилении, целлюлозно-бумажном производстве, производстве плит, гидролизном производстве они соответственно ниже.

В условиях нараставшего дефицита древесины единственное технически правильное решение — более дробное и тщательное разделение сырья по качеству и за счет этого сокращение его потребности в таких отраслях, как лесопиление и производство фанеры. Однако однажды принятное оперативное решение о поставке сырья без учета сортности и назначения было превращено в повседневную практику и даже закреплено в целом ряде нормативно-технических документов. В результате удельный вес пиловочника IY сорта за истекшие 10 лет возрос на 10—12 %, а поставка непиловочных сортиментов даже на лесоэкспортные предприятия увеличилась до 7—9 % от общего объема сырья, что не замедлило сказаться на результатах работы лесопильной промышленности и темпах повышения ее технического уровня.

Учитывая сложность взаимосвязей внутри техносферы, необходимо при планировании развития отрасли предусматривать три основных направления: повышение эффективности производства; совершенствование сферы производства; совершенствование сферы потребления. Выделение этих направлений позволяет четче сформулировать активную техническую политику развития лесопильной промышленности и определить задачи научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на перспективу.

Особенность приведенной на рис. 1 схемы состоит в том, что она охватывает весь цикл производства — потребление для продукции лесопиления и связывает организационные мероприятия с чисто техническими и технологическими задачами.

### **1.3. ХАРАКТЕР ОСНОВНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ БИОСФЕРЫ И ТЕХНОСФЕРЫ НА ПЕРСПЕКТИВУ**

В период до 2010 г. ожидается, что выпуск пилопродукции по предприятиям планируемого круга будет расти. Должны увеличиваться объемы раскряжевки долготы на лесопильных заводах, выработки технологической щепы, утилизации отходов окорки. При сохранении существующих темпов повышения производительности труда это при-

вело бы к увеличению потребности в рабочей силе, дефицит которой характерен для лесопиления уже сейчас.

По мнению демографов, с 1985 по 1990 г. сальдо прироста численности населения рабочего возраста будет минимальным, улучшение демографической обстановки можно ожидать не ранее периода 2006–2010 гг. [6]. Соответственно ресурсы рабочей силы для промышленности будут сокращаться, причем для лесопиления это сокращение может прогрессировать в большей мере в силу непrestижности некоторых профессий, характерных для лесопильного производства. Ожидается, что абсолютное высвобождение рабочих к 1990 г. должно быть не менее 26–28 %.

Сокращение ресурсов рабочей силы должно быть компенсировано увеличением производительности труда путем освоения новой техники и технологии. В перспективе не планируется значительно увеличить объемы лесозаготовок, поэтому задача повышения производительности труда будет осложнена ухудшением размерно-качественного и породного состава пиловочного сырья.

По данным Гипролестранса, в структуре расчетной лесосеки в начале 1980 г. (табл. 6) круглые лесоматериалы диаметром 14 см и более составляли около 56 %, причем только 3/4 из них приходилось на хвойные породы. Структура сырья, поступающего в распиловку, отличается по породам от структуры лесосеки (табл. 7), так как мягкие лиственничные породы составляют пока только 16 %, но можно ожидать, что в перспективе соотношение пород в общем объеме пиловочного сырья изменится и приблизится к породной структуре лесосеки. Это означает, что при прогнозируемых объемах производства пиломатериалов потребление сырья мягких лиственных пород по предприятиям планируемого круга возрастет не менее чем в 1,5 раза и достигнет 15–20 млн. м<sup>3</sup>/год.

Не ожидается в перспективе и улучшения размерно-качественного состава сырья. Отчетные данные по предприятиям Минлесбумпрома СССР (рис. 2–5) показывают, что за период 1975–1985 гг. наметилась тенденция увеличения удельного веса бревен диаметром 14–24 см и соответственно снижения доли крупномерного сырья, причем эта тенденция более ярко выражена для сырья хвойных пород. Удельный вес бревен мягких лиственных пород диаметром 14–24 см всегда был существенно выше, поэтому тенденция снижения среднего диаметра менее заметна. В то же время для сырья и мягких лиственных и хвойных пород характерно увеличение удельного веса сырья четырех сортов, причем изменение происходит за счет снижения доли бревен вторых сортов. Эта зависимость прослеживается не только в целом по министерству, но и по отдельным регионам, за исключением сырья мягких лиственных пород, распиливаемого на предприятиях Сибири и Дальнего Востока.

Требование экономии топливно-энергетических ресурсов в народном хозяйстве сохранится на перспективу как одно из непременных условий

### 6. Структура расчетной лесосеки, %

Регионы страны	Всего	Лесоматериалы по ди- метрам, см			Техничес- кое сырье	
		26 и более	14–24	6–13	Дрова	
Европейская часть	61,9	6,4/3,2	16,2/7,5	9,1/3,2	2,6/8,6	1,7/3,4
Азиатская часть	38,1	7,5/0,9	12,2/2,9	4,2/1,3	2,4/3,6	1,6/1,5

П р и м е ч а н и е. В числителе – данные для лесоматериалов хвойных пород по ГОСТ 9463–72, в знаменателе – для мягких лиственных пород по ГОСТ 9462–71.

### 7. Породный состав пиловочного сырья по Минлесбумпрому СССР, % (по распилу)

Годы	Хвойные породы	Мягкие листвен- ные по- роды	Твердые листвен- ные по- роды	Годы	Хвойные породы	Мягкие листвен- ные по- роды	Твердые листвен- ные по- роды
1980	84,1	14,1	1,8	1984	81,5	16,3	2,2
1981	83,1	15,0	1,9	1985	81,6	16,2	2,2
1982	82,3	15,6	2,1	1986	81,9	16,1	2,0
1983	82,1	15,8	2,1				

развития промышленности. Для лесопильного производства эти ограничения будут носить специфический характер: с ростом фондооруженности и уровня механизации электровооруженность труда к 2010 г. должна возрасти почти в 3 раза. Поскольку производительность труда увеличится не более чем в 2–2,5 раза, следует ожидать увеличения удельных затрат электроэнергии на производство пилопродукции. Рост этого показателя следует считать оправданным, так как лесопильное производство среди других лесоперерабатывающих отраслей стоит на одном из последних мест по потреблению электроэнергии.

Повышение технического уровня производства потребует увеличения расхода технологического пара в связи с развитием конвективной сушки древесины. Соответственно возрастет и потребность в топливе, ресурсы которого по всем видам в перспективе будут ограничены. Можно ожидать, что эти ограничения будут подкреплены увеличением цен на мазут, уголь, дизельное топливо и газ не менее чем в 1,5–2 раза. Следовательно, даже при возможном росте цен на древесное сырье экономически эффективно использовать древесину в качестве топлива для тепло- и энергоснабжения самих лесопильных предприятий. Ресурсы котельного древесного топлива на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях оцениваются в 12,6 млн. т условного топлива [19].

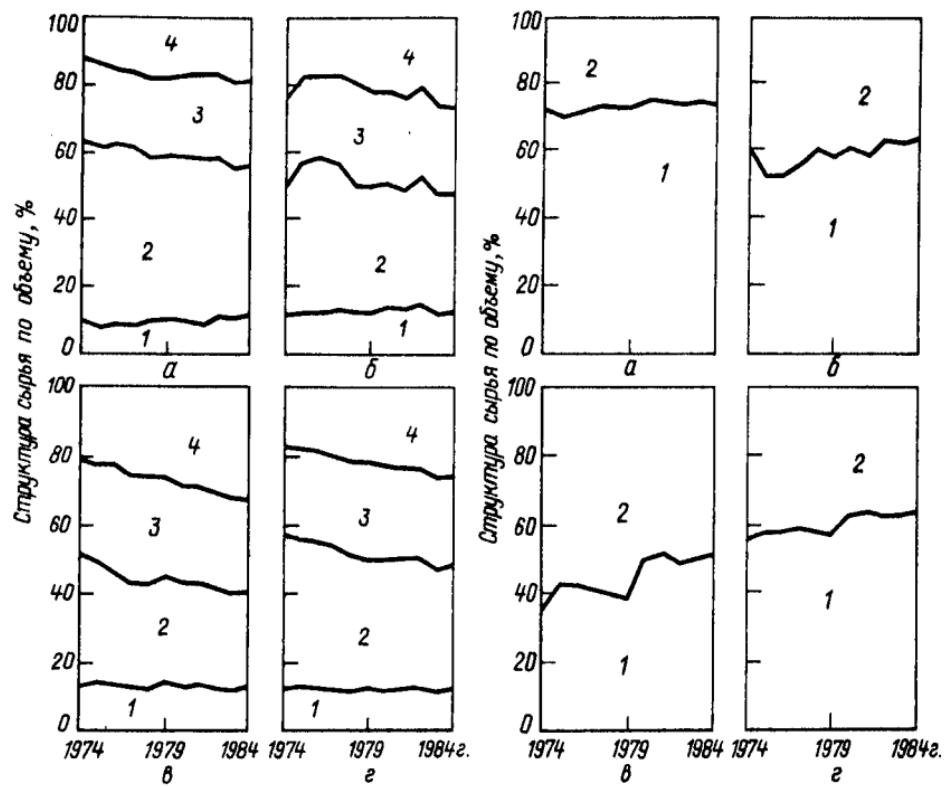


Рис. 2. Динамика качественной структуры хвойного пиловочного сырья по предприятиям Минлесбумпрома СССР:

а — Европейская часть; б — Урал; в — Сибирь и Дальний Восток; г — в целом по министерству; сорта: 1 — I; 2 — II; 3 — III; 4 — IV

Рис. 3. Динамика размерной структуры хвойного пиловочного сырья по предприятиям Минлесбумпрома СССР:

1 — 14—24 см; 2 — 26 см и выше; в — г — см. обозначения рис. 2

За рубежом проблема энергообеспечения лесопромышленных предприятий собственными ресурсами топлива углубленно изучается. В странах с небольшими запасами леса древесина пока рассматривается как дополнительный источник энергии, тогда как предприниматели в государствах с большими объемами лесопереработки уже приступили к практическому использованию древесных отходов в качестве топлива. В частности, в США в штате Калифорния вступила в эксплуатацию тепловая электростанция мощностью 11,5 МВт для электроснабжения поселка, работающая на смеси измельченной коры (до 65 %) и отсева щепы [18].

В СССР на лесопильных предприятиях в 1986 г. было использовано в качестве топлива 4,5 млн. м<sup>3</sup> опилок и 200 тыс. м<sup>3</sup> коры. Ожидается, что комплекс природоохранных мероприятий и ограничений будет побуж-

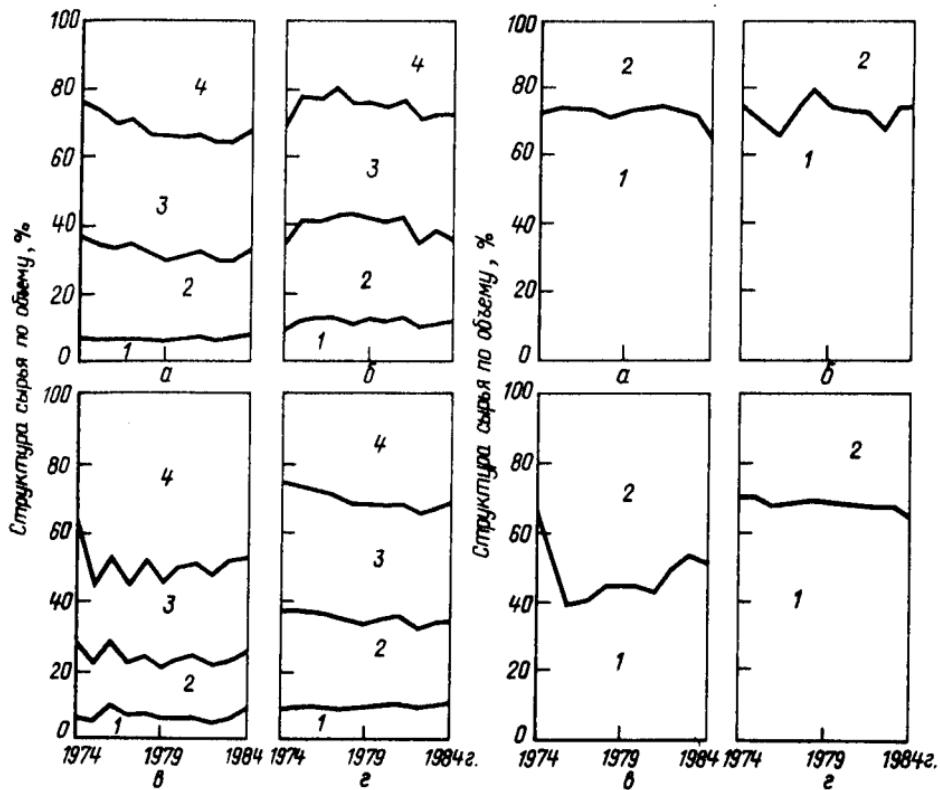


Рис. 4. Динамика качественной структуры пиловочного сырья мягких лиственных пород по предприятиям Минлесбумпрома СССР:  
 а – г – см. обозначения рис. 2; сорта: 1 – I; 2 – II; 3 – III; 4 – IV

Рис. 5. Динамика размерной структуры сырья мягких лиственных пород по предприятиям Минлесбумпрома СССР:  
 а – г – см. обозначения рис. 2

дать предприятия к полному использованию опилок и отходов окорки на технологические и топливные цели.

Технический уровень и номенклатура оборудования, поставляемого на лесопильные предприятия до 2000 г., будут определяться разработками, которые в настоящее время освоены на уровне экспериментальных и опытных образцов. Для сортировки бревен будут применять продольные сортировочные конвейеры со скоростью перемещения бревен 2 м/с и более. В отечественных установках этот параметр пока ограничивается прочностными характеристиками рабочего органа конвейера – цепи и разрешающей способностью фотоэлектрических систем, применяемых в большинстве измерителей размеров бревен.

Современные станки способны окаривать бревна без предварительной

тепловой обработки со скоростью подачи 70 м/мин. Отечественные роторные окорочные станки гаммы 2ОК могут дополняться оцилиндровочными модулями для выполнения еще одной операции подготовки сырья к распиловке.

На период XIII пятилетки основным станком лесопильного производства останется лесопильная рама, технический уровень которой будет повышаться за счет увеличения технологической надежности, снижения вибративности. Предполагается увеличение выпуска фрезернопильных станков различных типов, которое позволит удвоить объемы агрегатной переработки сырья. В то же время нельзя всерьез говорить об увеличении использования ленточнопильных головных станков, поскольку отечественное машиностроение за долгие годы так и не смогло создать ленточнопильный станок, соответствующий мировому уровню.

Наметился прогресс в развитии круглопильных станков для распиловки брусьев. Достигнутые результаты (распиловка бруса высотой до 150 мм пилами толщиной 1,6–1,8 мм со скоростью подачи до 48 м/мин) свидетельствуют о соответствии отечественных научных разработок мировому уровню, однако в течение XII пятилетки нельзя надеяться на массовое освоение пиления инструментом такой толщины прежде всего из-за отсутствия отечественных круглых пил с такими параметрами. Серийные круглопильные станки Ц8Д8-М будут работать с пилами толщиной 2,2–2,5 мм, что снизит потери в опилки и обеспечит сопоставимость по ширине пропила с рамной распиловкой.

Анализ отечественных и зарубежных публикаций и изобретений говорит о том, что в XX в. основным режущим инструментом в лесопилении останется пила со всеми присущими ей преимуществами и недостатками. Использование лазеров, водяной струи, раскаленной проволоки, инструмента типа протяжки пока не обеспечивает большую глубину при достаточно высоком качестве стенок реза. Опубликованные сведения об имеющихся якобы успехах не совсем точны, так как все положительные результаты получены для шпона, фанеры и модифицированной древесины, т.е. не для массивной древесины, а для материалов на ее основе.

Более обнадеживающим выглядит прогноз по обеспечению лесопильных предприятий техникой для размерной сортировки пиломатериалов. Освоение серийного выпуска распределителей досок модели СПР и автоматизированных сортировочных линий ЛСП, имеющих высокую производительность, позволит оснастить этой техникой предприятия средней и большой мощности. Для предприятий малой мощности применение подобного оборудования будет экономически не оправданным, поэтому необходимы новые технологические и организационно-технологические решения, которые позволили бы упростить операцию сортировки пиломатериалов на этих предприятиях.

Остается пока нерешенной проблема автоматизации сортировки по качеству как сырья, так и пиломатериалов. Требования к автоматической системе обнаружения дефектов для пиломатериалов следующие [44]: 1) долговечность и надежность в работе; 2) способность работать в реальном масштабе времени и чувствительность к изменению внешних и внутренних характеристик пиломатериалов; 3) нечувствительность к промышленным помехам; 4) экономическая эффективность и легкость в обслуживании; 5) встроенная система диагностики и сигнализации неисправностей; 6) возможность возврата; 7) отсутствие опасности вредных воздействий на обслуживающий персонал.

Оценив все известные исследования с точки зрения этих требований (табл. 8), авторы [44] пришли к выводу, что нельзя рассчитывать на автоматизацию оценки качества только одним из исследованных методов и что наиболее перспективно применение сочетания оптического метода с одним из методов обнаружения внутренних дефектов (СВЧ, рентгеноскопией или нейтронной локацией). В практически реализованных системах (Optiederger, Finnograder, SAAB-totem) используется только один из методов, поэтому ограничено и количество учитываемых дефектов.

Выполненные в течение XI пятилетки научные исследования дали основу для дальнейшего развития и внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами на базе мини-ЭВМ и микропроцессорной техники. Повышение надежности управляющей техники и снижение ее стоимости сделали ее доступной и экономически эффективной даже для предприятий средней мощности. Сдерживающими факторами в расширении масштабов использования АСУТП в XII пятилетке, по-видимому, будут отсутствие в отрасли квалифицированных кадров для обслуживания электроники и слабость отраслевого приборостроения.

Отодвигается на дальнюю перспективу и использование роботов-манипуляторов. Дело в том, что все существующие роботы не могут быть применены в лесопилении из-за ограниченной грузоподъемности и неудовлетворительных скоростных характеристик. Роботы-манипуляторы, способные работать с громоздкими объектами (бревна, доски) при достаточно высоких скоростях перемещения, относятся пока к числу перспективных разработок, поэтому только в XIII пятилетке можно ожидать перехода от исследовательских работ в области роботизации к внедрению. Следует отметить, что в зарубежных источниках возможность применения общепромышленных роботов в лесопилении вообще не рассматривается. Считается, что здесь необходима разработка специализированных робототехнических систем, которые по принятой в СССР классификации относятся к категории АСУТП.

## 8. Сравнение исследованных методов дефектоскопии пиломатериалов

Метод	Измеряемые эффекты	Пороки древесины и дефекты обработки												Преимущества метода	Недостатки метода	
		сучки	косой слой	гниль	синева	отверстия	смоляные кармашки	прорость цеви-на	сердцевина	оболочка	вырывы	доли-ны	протыкания	трещины	кло-шины	от-рывы
Оптический (отражение или сквозное просвечивание <sup>1</sup> )	Аномалии в отражении или сквозное пропускание луча	x	—	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x <sup>2</sup>	Обнаружение дефектов, видимых на поверхности. Хорошо различение дефектов	Большая стоимость (применяется на поверхности сканирующего лазера); плохое совместимое различение дефектов
Ультразвуковой (сквозное просвечивание или импульсная эхолокация)	Аномалии в акустическом импедансе или временах прохождения ультразвука	x	x <sup>3</sup>	x <sup>4</sup>	—	x <sup>5</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	Хорошие проникаемость, чувствительность и разрешающая способность, совместимость с АС	Требуется контакт с поверхностью
СВЧ-метод (сквозное просвечивание или отражение)	Аномалии свойств и отражения или поглощения электромагнитных волн	x	x <sup>3</sup>	x	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	Бесконтактный, легко автотоматизируемый, быстро действующий метод	Сравнительно слабая дифференциация дефектов

Рентген- метод (радиог- рафия, флюоро- скопия или сцин- тиллогра- фия)	Неодно- родность плотнос- ти, строе- ния или толщины	x	—	x <sup>4</sup>	—	x	x	x	—	—	—	—	x <sup>6</sup>	Обнаруже- ние внут- ренних дефектов. Обеспечи- вает непре- рывный контроль,	Слабая чув- ствитель- ность к мелким од- нородным дефектам, плохая дифферен- циация по- встраива- емых элементов, опасность облучения
Нейтрон- ный (ра- диогра- фия или сцинти- ллография)	Неодно- родность избира- тельный чувстви- тельный ности к опреде- ленным ядрам атома	x	—	x <sup>4</sup>	—	x	x	x	—	—	—	—	x <sup>6</sup>	Количест- венный сигнал в реальном масштабе времени, неограни- ченность в разме- рах образ- цов, высо- кая чувст- витель- ность, точ- ность и быстро- действие	Слабая чув- ствитель- ность к мелким од- нородным дефектам, плохая дифферен- циация де- фектов, высокая опасность облучения

<sup>1</sup> Сквозное просвечивание применимо для толщины не более 6 мм.

<sup>2</sup> С использованием сканирующего лазера.

<sup>3</sup> Большой косослой.

<sup>4</sup> Развитая гниль.

<sup>5</sup> Свыше 18–20 мм в диаметре

<sup>6</sup> Значительные отклонения по толщине.

## ГЛАВА 2

### НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

#### 2.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Объемы производства пиломатериалов в целом по стране в перспективе не должны возрасти, в то же время выпуск пиломатериалов по планируемому кругу в период до 2010 г. увеличится к уровню 1985 г. на 20–30 %. По оценке автора, наиболее быстрое увеличение объемов производства прогнозируется на XII–XIV пятилетки (90 млн. м<sup>3</sup> к 2000 г.) с последующим уменьшением темпов роста более чем вдвое.

Поскольку за пределами планируемого круга практически нет предприятий, соответствующих современному уровню производства и подлежащих передаче министерствам и ведомствам — крупным изготовителям пилопродукции, то рост выпуска пиломатериалов может быть достигнут в результате: 1) увеличения загрузки действующих мощностей; 2) технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий; 3) строительства цехов по переработке древесины мягких лиственных пород в местах лесозаготовок; 4) строительства крупных лесоперерабатывающих предприятий, перерабатывающих сырье, поставляемое из нескольких точек лесозаготовок.

Учитывая перспективную инвестиционную политику и изменения в породном составе сырья, можно ожидать, что на ближайшее время основными будут первые три направления. Увеличение загрузки действующих мощностей и техническое перевооружение дадут положительный эффект за счет более полного использования потенциала предприятий. Создание цехов по переработке лиственного сырья будет снижать уровень концентрации, поскольку объемы выпуска продукции на этих предприятиях планируются на уровне 20–40 тыс. м<sup>3</sup>/год. Заметное воздействие на уровень концентрации может оказать только прекращение выпуска пиломатериалов в мелких цехах, однако, как показал опыт, этот фактор не является управляемым и точному планированию не поддается.

Влияние на технический уровень окажет и увеличение поставки сырья в хлыстах на лесопильные предприятия. Если в 1985 г. на лесопильные предприятия Минлесбумпрома СССР поступило 8,2 млн. м<sup>3</sup> хлыстов, то к 1990 г. этот объем может удвоиться, в перспективе ожидается сохранение установившейся тенденции увеличения объемов поставки сырья в хлыстах.

Опыт показал, что оценить это организационно-технологическое мероприятие однозначно нельзя. Поставка сырья в хлыстах, безусловно, упрощает процесс лесодобычи, но усложняет складские операции на лесопильных заводах. Раскряжевка собственными силами позволяет

лесопильщикам получать сортименты нужных длин и качества, но тогда они отвечают за реализацию лесоматериалов другого назначения и утилизацию отходов раскряжевки. Наиболее выгодна раскряжевка хлыстов при их круглогодичной поставке, но поставка сплавом дешевле, чем сухопутным транспортом. В связи с этим поставку сырья в хлыстах нельзя рассматривать как единственный способ совершенствования лесоснабжения лесопильных предприятий. Кроме того, при разделке хлыстов на лесопильных предприятиях встает проблема использования отходов и получающихся при этом попутных сортиментов. Фактически приходится создавать на лесопильных предприятиях новые участки, ухудшающие технико-экономические показатели основного производства.

Наиболее существенным изменениям в предстоящем периоде подвергнется структура выпускаемой продукции. Ниже приведена структура товарной пилопродукции в общем выпуске на перспективу, % (в числителе — 1985 г., в знаменателе — 1990 г.).

Товарная пилопродукция	71,6/68,7
В том числе:	
специфицированные пиломатериалы	43,6/62,5
товарные заготовки и детали	4,3/6,2
пиломатериалы общего назначения	23,7/—

В перспективе планируется исключить выпуск товарных необрезных пиломатериалов, что позволит перейти на поставку только специфицированной пилопродукции и увеличить ресурсы технологической щепы для целлюлозно-бумажного и плитного производств. Расход сырья на единицу продукции будет постепенно возрастать и достигнет к 2000 г.  $1,8 - 1,9 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Техническое перевооружение предприятий будет нацелено на освоение прогрессивных технологических процессов и оборудования, обеспечивающих выполнение плановых показателей по производительности труда, повышению качества продукции и природоохранным мероприятиям.

Решение проблемы полного использования древесного сырья в лесопилении потребует пересмотра сложившегося баланса расхода сырья (отдельных составляющих баланса и их величины). Для того, чтобы показать суть этой проблемы, полезно сделать своеобразный обзор исследований советских авторов.

В одной из первых отечественных книг по лесопилению [22] приведен следующий баланс расхода сырья, %: пиломатериалы — 57, горбыль, вырезки и т.п. 18, рейки 9, опилки 10, усушка 6.

В дальнейшем на основании теоретических и экспериментальных работ баланс расхода сырья уточнялся. В книге дана несколько другая картина баланса для случая 100 %-ной брусовки, %: доски 62, в том числе от 1 м и более — 59, от 0,3 до 1 м — 3, горбыли 10, рейки 7, вырезки и торцы 2, опилки 12, безвозвратные потери 7 (из них усушка 5, про-

чие безвозвратные потери 2). Внеплановые отходы составляют, %: кора 4–6 торцы 1.

Размер усушки рассчитан по ГОСТу на усушку, категория безвозвратных потерь предусматривает в основном условные потери от несоответствия фактического объема бревен табличному и в небольшой степени — потери мелких частиц древесины в производстве. В зависимости от сбекистости и от способа учета и обмера сырья численное значение этой категории потерь может сильно колебаться. Группа внебалансовых отходов названа так потому, что она не входит в обмер размера сырья и, следовательно, не принимается во внимание при исчислении объема сырья, т.е. в данном балансе за 100 % принят учитываемый объем бревен.

Общее количество коры (имеется в виду кора, остающаяся на территории завода) может быть значительно больше указанного, если все бревна поступают на завод без потерь коры. Значения отходов на торцы приняты из расчета припусков на оторцовку, не входящих в обмер и, следовательно, не входящих также в расчет объема бревна. Остальная часть торцовых срезков отнесена в группу отходов от основного производства.

Точно такие же данные по балансу расхода сырья приведены в широко распространенной среди практиков-технологов книге Г.Г. Слуцкина [26]. Можно убедиться, что термин "безвозвратные потери" имел здесь строго определенный и конкретный смысл и обоснование. В дальнейшем в ряде справочников появились и другие данные со ссылкой на нормы технологического проектирования (Гипрорев, 1958 г.), %:

Готовая пилопродукция . . . . .	57,6 – 65,6
В том числе:	
доски 0–IY сортов по ГОСТ 8486–57 . . . . .	53,2 – 61,1
обапол по ГОСТ 5780–51 . . . . .	4,5
Технологическая щепа (кондиционная) . . . . .	22,3 – 17,1
Отходы . . . . .	14,1 – 11,3
В том числе:	
опилки . . . . .	11,1 – 9,0
отсев щепы . . . . .	3,1 – 1,3
Усушка и распыл . . . . .	6,0

Очевидно, введение такой формулировки — "усушка и распыл" автоматически перенесло ранее установленную величину 2 % только на распыл, что вызывает в ряде случаев недоумение и законные вопросы о возможности "распыления" такого количества древесины. Необходимость снижения материалоемкости продукции лесопиления, органически связанная с повышением точности учета древесины на всех стадиях ее переработки, требует дальнейшего уточнения баланса расхода сырья в лесопилении. Почти все компоненты этого баланса (объемы сырья, пиломатериалов, опилок, отходов и т.п.) — случайные величины и их численные значения определены статистически либо расчетным путем.

**Объем сырья.** Для больших массивов сырья объем определяется по таблицам (ГОСТ 2708–75) и зависит от вершинного диаметра и длины бревен, фактический же объем древесины, вовлекаемой в переработку, отличается от табличного из-за условности в определении вершинного диаметра; неравномерного и несимметричного характера распределения фактических величин диаметра в совокупности, относимой к одному четному диаметру. Заметим также, что для малых партий бревен (25–30 шт.), которые используются в опытных распиловках, табличный метод применять нельзя, так как ошибка в определении объема в зависимости от диаметра, длины и сбега отдельного бревна может превышать 2 %.

**Объем пиломатериалов.** Широко распространено ошибочное мнение о том, что пиломатериалы учитываются точно, поскольку расчет объема доски (параллелепипеда) стандартных размеров не представляет трудностей. При этом не учитывают, что из-за наличия допускаемого обзола объем пиломатериалов (особенно тонких боковых досок) завышается. Существуют также допускаемые отклонения от стандартных размеров как в объеме материалов, так и в балансе вообще. Считалось, что разброс отклонений от номинального размера симметричен и, следовательно, этот фактор можно не принимать в расчет. Проведенные в последнее время исследования ставят это положение под сомнение, так как на практике оказывается, что размеры пиломатериалов тяготеют в сторону плюсовых допусков, что связано с повышением расхода древесины на пиломатериалы.

**Опилки.** Количество опилок в балансе древесины у разных авторов различно и составляет 9–12 %. Исследования ЦНИИМОДа (В.Г. Кулиш) показали, что к этой цифре следует подходить осторожно, так как количество опилок может варьировать от 18 до 10 % в зависимости от диаметра сырья (исследован диапазон от 14 до 34 см). Следует отметить и то, что пока не существует достаточно корректного метода для экспериментальной проверки действительного количества опилок в производственных условиях.

**Кусковые отходы.** Точное определение объема кусковых отходов, как и опилок, затруднено из-за отсутствия корректного экспериментального метода. Как правило, объем кусковых отходов определяют обратным пересчетом от объема всех фракций полученной технологической щепы. Достигаемая при этом точность зависит от достоверности определения объемов щепы и применяемых пересчетных коэффициентов.

**Усушка.** Объем усушки обычно принимают 5–6 % от объема сырья. Методически правильнее, однако, относить усушку не к сырью, а к пилопродукции. Ставится под сомнение сама величина 5–6 % как завышенная. По данным [23], для конечной влажности 15 % объемная усушка пиломатериалов, вырабатываемых по ГОСТ 8486–86Е, составляет

## 9. Возможные погрешности учета составляющих баланса расхода пиломатериалов\*

Статья расхода	Погрешность учета, % от сырья	Источник погрешности
Пиломатериалы	+0,2 . . . -0,3 0 . . . -0,4	Допустимый обзор Несимметричность поля допуска
Кусковые отходы	+0,2 . . . -0,2	Неточности пересчета
Опилки	+1,0 . . . -1,0	Влияние поставов
Безвозвратные потери	0	
В том числе:		
усушка	+1,0 . . . -1,0	Вариация усушки
прочие**	-1,0 . . . +1,0	
<b>Итого:</b>	<b>+1,4 . . . -1,9</b>	

\* Рассчитаны экспертным путем на основании имеющихся НТД и публикаций.

\*\* Изменяются в зависимости от величины усушки, дополнняя статью "Безвозвратные потери" до 6 %.

6 %, а для экспортных пиломатериалов — 5 %. В пересчете на объем сырья по усредненному выходу пиломатериалов это составит соответственно 4 и 3 %. По результатам расчетов ЦНИИМОДа, выполненных для типичной совокупности диаметров и поставов, средняя объемная усушка составляет 5,75 % от объема пиломатериалов. В пересчете на сырье это 3,2–3,3 %, т.е. не отличается существенно от результатов, приведенных в работе [23]. Следует отметить, что усушка не является стабильной и варьирует в пределах  $\pm 20$  % от приведенного значения.

Суммируя сказанное выше, можно сделать вывод о том, что при уточнении баланса расхода древесины в лесопилении следует принимать во внимание случайный характер большей части составляющих его статей и допускать возможность нестыковки баланса. Экспертная оценка показывает, что из-за погрешностей учета итог баланса может отличаться от 100 % (табл. 9).

## 2.2. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Техническая политика, направленная на унификацию технологических решений и построения лесопильных потоков, привела к тому, что в основе всех решений оказалось одно стандартное построение потока, характерное для так называемого северного лесопиления. Развитие камерной сушки и внедрение торцовки пиломатериалов после сушки довершило эту унификацию, вытеснив полностью рижскую технологию

и затушевав особенности переработки сырья на предприятиях Сибири и Дальнего Востока. Различие отдельных предприятий ограничилось степенью завершенности технологического процесса по отношению к лесоэкспортному лесопилению, ориентированному на выпуск товарных пиломатериалов.

Совершенствование лесопильного производства свелось к механизации и автоматизации отдельных операций и участков, дополнению технологического процесса новыми операциями или, напротив, исключению их при ориентации на внутризаводскую переработку. В этих условиях переход к малооперационной технологии требовал критического подхода к оценке целесообразности отдельных основных и вспомогательных операций и способам их выполнения. Как известно, при разработке технологических схем и оборудования использовались два метода: 1) агрегирование нескольких операций; 2) блокирование отдельных участков в непрерывный поток, исключающее дополнительные транспортные операции между фазами производства и ограничивающее буферные емкости линейными запасами.

Пример использования первого метода — широко известная и применяемая в промышленности агрегатная переработка пиловочного сырья, при которой несколько технологических и транспортных операций объединены по месту и времени. Блокирование отдельных участков в непрерывный технологический поток широко применяется в основном при проектировании и строительстве новых предприятий. В отечественной практике этот метод был применен в проекте лесопильного завода Усть-Илимского ЛПК, в проекте лесопильного производства ПЛДО "Тура". Примером частичного блокирования являются импортные линии сушки, обработки и пакетирования пиломатериалов, применяемые на лесоэкспортных предприятиях.

В то же время пока не разработан общий методический подход, позволяющий перейти к более полной реализации принципа малооперационности на основе этих методов. Общие контуры такого подхода можно обозначить, если проанализировать целесообразность выполнения отдельных операций технологического процесса лесопиления, т.е. выявить причинную обусловленность каждой операции. С этой целью все операции производственного процесса разделили на четыре группы: 1) технологически обусловленные; 2) технически обусловленные; 3) экономически обусловленные; 4) организационно обусловленные.

К первой группе отнесли операции, выполнение которых позволяет обеспечить заданные размеры, качество, влажность продукции и т.п. Ко второй — операции, необходимые для обеспечения работы оборудования (подача сырья, транспортирование и удаление продукции и отходов и т.п.). К третьей группе относятся операции, введение которых способствует повышению эффективности производства, например за счет повышения производительности оборудования, улучшения исполь-

зования сырья и т.д. Четвертая группа операций охватывает все действия, связанные с накоплением, хранением и транспортированием сырья и продукции вне цехов.

Некоторые операции могут иметь двойную обусловленность. Например, сортировка бревен по размерам технически обусловлена специализацией головного бревнопильного оборудования, а экономически — требованиями рационального раскroя сырья; формирование сушильного штабеля технически обусловлено его конструкцией, ориентированной на конвективную сушку древесины, а его размеры — требованиями высокой производительности и экономичности сушильной камеры.

Взяв максимальный набор операций, характерный для лесоэкспортного предприятия, имеющего наиболее полный цикл при выпуске товарных пиломатериалов, и разделив все операции на четыре перечисленные группы, можно убедиться (табл. 10), что к технологически обусловленным относится не более 40 % операций. Анализируя полученную таблицу, можно сформулировать основные направления разработки малооперационной технологии лесопиления.

Прежде всего минимизация количества организационно обусловленных операций достигается уже известным методом блокирования в одно целое нескольких производственных участков, или фаз, соединенных системой внутризаводского транспорта. Сокращение количества технологически и технически обусловленных операций может быть достигнуто только за счет применения новых технологических решений и создания нового оборудования, как это сделано при разработке агрегатного метода.

Интересно отметить, что при создании первой отечественной линии для агрегатной переработки сырья (ЛАПБ) была агрегирована и операция сортировки продукции по сечениям, что, к сожалению, до сих пор не используется потребителями этой техники.

Наличие экономически обусловленных операций в технологическом процессе привычно. Они, как правило, вводятся для того, чтобы использовать все резервы, заложенные в принятой и освоенной технологии, но обилие экономически обоснованных операций свидетельствует скорее об исчерпании потенциала технологии, нежели о ее совершенстве. В частности, экономическая обусловленность операции формирования сушильного штабеля связана с определением его габаритов, особенно габарита по высоте, который сейчас доведен до максимума и далее не может быть увеличен из прочностных соображений. Это в значительной мере ограничивает возможности дальнейшего повышения производительности конвективных сушильных камер, а для интенсификации производства необходимы исследования и освоение новых методов сушки древесины.

Из табл. 10 следует, что для принципиально новой малооперационной технологии лесопиления необходимы исследования и новые решения: создание высокопроизводительного оборудования и инструмента, обес-

**10. Анализ обусловленности операций технологического процесса лесопиления**

Операции	Обусловленность операции			
	техноло- гичес- кая	техни- ческая	эконо- миче- ская	органи- зацион- ная
Приемка сырья				x
Выгрузка сырья				x
Разделка хлыстов	x			
Формирование штабеля				x
Разборка штабеля				x
Транспортирование сырья:				
внутрицеховое		x		
внутризаводское				x
Гидротермическая обработка сырья		x		
Окорка бревен	x			
Сортировка бревен:				
по размерам		x	x	
по качеству			x	
Формирование размеров пиломате- риалов:				
по толщине	x			
по ширине	x			
по длине	x			
Сортировка пиломатериалов:				
по сечению	x			
по длинам	x			
по качеству	x			
Формирование транспортного пакета				x
Транспортирование пиломатериалов:				
внутрицеховое		x		
внутризаводское				x
Формирование сушильного штабеля	x		x	
Сушка пиломатериалов:				
атмосферная	x			
камерная	x			
Разборка сушильного штабеля		x		
Транспортирование вторичного сырья:				
внутрицеховое		x		
внутризаводское				x
Переработка вторичного сырья	x			
Сортировка продукции из вторичного сырья	x			
Накопление продукции				x

печивающего качественную окорку и распиловку бревен без гидротермической обработки; разработка технологии и оборудования, предусматривающего переработку сырья без предварительной сортировки по толщинам или с грубой подсортировкой; дальнейшее развитие агрегатного

метода переработки пиловочного сырья или полуфабрикатов из него; поиск методов сушки, не требующих формирования сушильного штабеля (конвейерная сушка или сушка в плотном пакете).

Решение этих вопросов позволит сократить количество операций в технологическом процессе лесопиления, соответственно снизить энергоемкость продукции и потери древесины в процессе ее переработки. Во всех случаях обязательным требованием к вновь разрабатываемому оборудованию является обеспечение его высокой производительности, так как только при этом условии можно гарантировать повышение технического уровня лесопильного производства.

### 2.3. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ОДНОРОДНОСТИ ПОТОКОВ ПИЛОПРОДУКЦИИ И ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

Обеспечение высокой производительности технологических линии и потоков зависит от соблюдения двух основных условий: 1) выпуска сравнительно крупных партий однородной пилопродукции; 2) большого объема однородных разовых партий запуска пиловочного сырья.

Следовательно, обеспечение высокой производительности жестко связано с однородностью потоков пилопродукции и сырья. Под однородностью потоков понимают степень и характер разброса размерно-качественных параметров сырья и пилопродукции в течение заданного, достаточно длительного, периода работы. Для пилопродукции основными параметрами, определяющими неоднородность потока, являются порода древесины, размеры поперечного сечения, длина, качество древесины и степень обработки. Воспользовавшись одним из способов технологического прогнозирования — методом морфологического ящика, можно выделить основные пути снижения неоднородности потоков пиломатериалов (табл. 11).

Очевидно, что наиболее действенные способы повышения однородности пилопродукции — повышение однородности пиловочного сырья; специализация предприятий; сортировка пиломатериалов; раскрой и склеивание пиломатериалов, поскольку они позволяют снизить влияние практически всех признаков неоднородности. Как уже указывалось, специализация лесопильных предприятий в плановом порядке проводится только в Минлеспроме СССР (табл. 12). Программой до 1990 г. предусматривается дальнейшее разделение предприятий по породам перерабатываемого сырья, количеству сечений и назначению продукции.

В настоящее время 34,7 % предприятий Минлеспрома СССРрабатывают пиломатериалы 2–3 толщин, а 18,8 % — только 16–28 сечений. Для сравнения следует отметить, что на большинстве предприятий Северной Америки выпиливают 1–2 толщины и 8–12 сечений пиломатериалов. Например, на лесопильном заводе фирмы „Balfour Forest Products” (Канада) среднее количество сечений, выпускаемых в течение смены,

## 11. Анализ способов снижения неоднородности потоков пиломатериалов

Способы повышения однородности пиломатериалов	Признаки неоднородности пиломатериалов					
	По порода	Размеры			Качество древесины	Степень обработки
		толщина	ширина	длина		
<b>Организационно-технологические</b>						
Повышение однородности сырья	x	x	x	x	x	x
Специализация предприятий, цехов и потоков:						
по толщинам пиломатериалов		x				
по сечениям пиломатериалов		x	x			
на выработку мягкой пилопродукции		x	x	x		
на выпуск товарных обрезных пиломатериалов					x	x
на выпуск товарных необрезных пиломатериалов					x	x
<b>Технологические</b>						
Применение специальных схем раскroя сырья	x	x	x	x		
Ограничения по составлению поставов		x	x			
Индивидуальный раскрай сырья					x	
Сортировка пиломатериалов:						
по толщинам		x				
по сечениям			x			
по длинам (группам длин)				x		
по качеству					x	
по породам	x					
Ремонт местных дефектов (заделка сучков)					x	
Раскрай и склеивание пиломатериалов	x	x	x	x	x	x
<b>Нормативные</b>						
Сокращение размерной сетки	x	x				
Увеличение градации по длине			x			
Сокращение диапазона длин				x		
Укрупнение качественных групп					x	
Изменение подхода к оценке качества пилопродукции					x	

равно 1,68 [42]. На лесопильном заводе фирмы "ITT Raynier" (США) выпиливают доски только одной толщины — 50 мм и брусья сечением от 75 x 150 до 300 x 700 мм [43].

Это доказывает, что при определенных условиях экономически оп-

## Предметная

Год	по сырью			по назначению
	хвойных пород	лиственных пород	смешанных пород	
1985	<u>37,2</u>	<u>10,5</u>	<u>52,3</u>	<u>10,8</u>
	62,3	2,8	34,9	17,2
1990	<u>36,9</u>	<u>16,4</u>	<u>46,7</u>	<u>15,6</u>
	60,8	4,7	34,5	18,9

П р и м е ч а н и е. В числителе — по количеству цехов, в знаменателе — по

равдана очень глубокая технологическая специализация, тем более что сокращение количества вырабатываемых сечений пилопродукции создает предпосылки для автоматизации технологических процессов лесопиления, в том числе и сортировки пиломатериалов. Одновременная выпиловка большого количества сечений пиломатериалов на зарубежных предприятиях, как правило, не практикуется именно по этой причине. Например, на лесопильном заводе фирмы „macmillan Bloedel”, где вырабатывают более 2 тыс. типоразмеров продукции из сырья высокого качества, электронная техника используется только на раскряжевке долготьи; здесь полностью отказались от применения систем, оптимизирующих распиловку [39].

По мнению автора, возможности технологической специализации в СССР при действующей нормативной документации практически исчерпаны, очередной импульс этому процессу может дать только сокращение размерной сетки пиломатериалов. Об этом говорят и прогнозы темпов развития специализации на XII пятилетку (см. табл. 12).

Автоматизация сортировки пиломатериалов по размерно-качественным признакам требует значительных капитальных вложений, хотя технически эта проблема уже разрешена: отечественные и зарубежные автоматические линии позволяют сортировать 90–120 досок в минуту и имеют 30–36 накопителей. Подобное оборудование целесообразно применять только на крупных предприятиях, прежде всего из-за ограниченности средств на техническое перевооружение.

Действенным методом повышения однородности потоков, как указывалось выше, являются раскрой и склеивание пиломатериалов. Вырезка дефектных участков и последующее склеивание в трех направлениях позволяют получать продукцию практически любых заданных размеров и качества. В последние годы идея последовательного раскрова и склеивания, предложенная проф. П.П. Аксеновым (МЛТИ) при разработке

Предметная			Технологическая	
продукции	для внутриза- водской пере- работки	общего назначе- ния	по толщине пиломате- риалов	по сечениям пиломате- риалов
для автобаг- ностроения	для внутриза- водской пере- работки	общего назначе- ния	по толщине пиломате- риалов	по сечениям пиломате- риалов
16,9	55,2	7,8	34,7	18,8
4,1	25,4	2,1	18,5	33,4
17,9	55,3	5,4	61,7	47,3
4,8	24,7	1,7	49,2	60,4

объемам производства.

развально-сегментного способа раскroя, получила развитие во всем мире. Например, В. Аск предложил необрзные доски, полученные при распиловке бревна, распиливать вдоль по центральной оси и склеивать эти половинки по предварительно профрезерованным обзольным кромкам [шведский патент № 220580 B27t 3/08]. Дж. Франциози запатентовал [швейцарский патент № 645, кл. B27B 1/00 и французский патент № 8012021 B27B 1/00] способ выработки пилопродукции, включающий в себя раскрай толстых необрзных досок на обычные и клиновидные заготовки, которые затем склеивают в щит, раскраиваемый на заготовки требуемой ширины. Имеются предложения, предусматривающие выработку из боковой зоны бревна [патент ФРГ № 2947611, кл. B27B 3/00] или из всего бревна [42] досок трапециевидного сечения с различными фиксирующими замками на кромках, обеспечивающими последующую сборку и склеивание щита. Следует заметить, что рекомендуемые известными исследованиями и разработками технологические процессы и схемы раскряя применимы как частные случаи и будут иметь лишь локальное воздействие на неоднородность потоков пиломатериалов.

Из предлагаемых способов повышения однородности пиловочного сырья наименее изученными оказались способы сортировки сырья по породам и размерно-качественным признакам. Многие авторы считают углубление сортировки сырья на лесопильных предприятиях единственным направлением совершенствования операции подготовки сырья к распиловке. Между тем анализ, выполненный с помощью того же метода морфологического ящика (табл. 13), показывает, что существуют и другие меры активного воздействия на формирование однородных потоков сырья. К ним, в частности, относятся:

изменение условий лесоснабжения с поставкой ограниченного количества длин бревен или бревен одной длины;

раскрой бревен на фрагменты и их последующее склеивание; нормализация формы бревна (оцилиндровка, формирование профильного, трех-, четырехкантного бруса, формирование технологических баз);

изменение требований нормативно-технической документации.

Действующими в СССР стандартами на пиловочное сырье разрешена поставка бревен широкого диапазона длин с градацией 0,3 или 0,25 м. Фактическое распределение по длинам сырья, поступающего на лесопильные предприятия, свидетельствует о наличии двух фаворитных длин (4,5 и 6 м). Обычно наличие в стандарте большого числа длин обосновывают необходимостью рационального раскюя хлыста, достижения высокого выхода полуфабрикатов (круглых лесоматериалов). На практике, однако, оказывается, что реализовать при раскряжевке все возможности, определяемые стандартом, практически невозможно, особенно при создании высокопроизводительной техники для нижних складов леспромхозов.

Во вновь разрабатываемых раскряжевочных линиях-слешерах уже предусматривается выработка сортиментов ограниченного числа длин. В зарубежной практике такая специализация сырья считается обычной. Например, на лесопильном заводе в г. Цеглед (Венгрия) распиливают бревна длиной 2,7 м, на многих североамериканских заводах даже при получении сырья в хлыстах и долготье раскряжевывают его на одну стандартную длину 8 фут (2,4 м). Нельзя не отметить, что распиловка коротких бревен кроме повышения однородности потока пилопродукции упрощает схемы раскюя и позволяет создавать компактные технологические потоки и оборудование.

Технологические схемы раскюя бревен на фрагменты с последующим склеиванием существуют пока только в виде патентов и авторских свидетельств. Одна из них [патент США № 3903943 B27D 1/00] предполагает раскюй бревна на секторы с последующим склеиванием двух секторов и распиловкой полученного двухкантного бруса на доски (рис. 6). В варианте предусматривается поперечный раскюй бревен на короткие чураки, их сортировка по вершинным диаметрам (группы I—III), сращивание по длине, оцилиндровка и последующая распиловка на пиломатериалы (рис. 7).

Наибольшее распространение в исследованиях и практике получили методы нормализации формы бревна механической обработкой. Одним из первых известных предложений этого рода был проект четырехрамного лесопильного цеха ЛТА-Гипрорев, в котором предусматривалось нанесение четырех технологических баз на бревнах, предварительно подсортиментованных по диаметру и сбегу. Проект этот существенно опередил свое время, и попытка реализации заложенных в нем идей, но уже на новом уровне, была предпринята в проекте экспериментального автоматизированного цеха ЦНИИМОДа (рис. 8).

### 13. Анализ способов снижения неоднородности пиловочного сырья

Способы повышения однородности сырья	Порода	Признаки неоднородности пиловочного сырья									
		Размеры			Форма			Качество древесины			
		диаметр	длина	сбежистость	кризис	местные	овальность	пасынок	сучки	гнили	трещины
Организационно-технологические											
Поставка:											
сырья, рассортированного по породам		x									
сырья в соответствии со спецификацией продукции		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
сырья с групповой подсортовой		x									
тировкой по диаметрам бревен одной длины			x								
коротких бревен		x		x	x						
Технологические											
Сортировка сырья:											
по породам		x									
по диаметрам			x								
по длиным				x							
по качеству					x				x	x	x
с отбивкой фаутных бревен					x	x	x	x	x	x	x



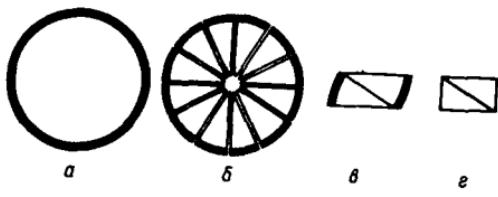


Рис. 6. Схема раскрай пиловочного сырья по системе "Секторвуд":  
 а — рассортировка бревен;  
 б — распиловка на сектора;  
 в — склеивание секторов;  
 г — обрезка обзолочных кромок

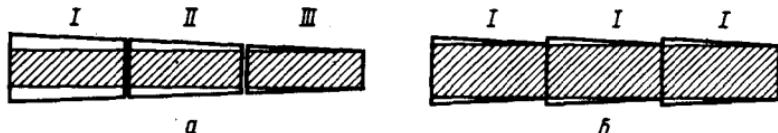


Рис. 7. Схема подготовки сырья к распиловке по авт. свидетельству № 1117209А, кл. В 27В 1/00:

а — раскрай бревна по длине; б — рассортировка по диаметрам и склеивание по длине I группы диаметров

Подобное решение, но технически скомпонованное в одном потоке с фрезерными и распиловочными узлами, запатентовано фирмой „Линк“ (рис. 9). Нельзя не отметить, что это направление наиболее полно исследовано в работах проф. Л.З. Лурье (АЛТИ), который в теории и экспериментально показал практически все возможные варианты агрегирования операций нанесения технологических баз и переработки бревен.

Операция оцилиндровки бревен, возникнув вначале как способ исправления местных искажений формы и зачистки комля, со временем стала рассматриваться как дополнение к окорке только толстомерного сырья. В последнее время интерес к ней возродился, но уже в сочетании с другими технологическими приемами. Например, изобретатель О.Крейбаум [патент США № 4337810 В27В 1/00] предложил при переработке сырья диаметром от 8 до 20 см предварительно оцилиндровывать бревна и формировать профильный брус (рис. 10), распиловка которого обеспечивает повышение выхода продукции за счет выработки досок с обзолочными кромками из боковой зоны бревна. Широко рекламированная система OKAL также включает операцию оцилиндровки, но здесь предварительно производится раскряжевка долготы на короткие чурки одной длины и их рассортировка по диаметрам (рис. 11).

Изменения требований нормативно-технической документации на пиловочное сырье в последнее десятилетие отражали сложившуюся тенденцию ухудшения размерно-качественных характеристик сырья. Этот "дрейф" уровня нормируемых пороков привел к тому, что по многим параметрам пиловочник IY сорта по ГОСТ 9463-72 сравнялся с сырьем для технологической переработки по ОСТ 93-55-76.

Попытки изменить что-то в стандартах на сырье сводятся к объединению существующих сортов, ослаблению отдельных требований без изменения самого подхода к оценке качества.

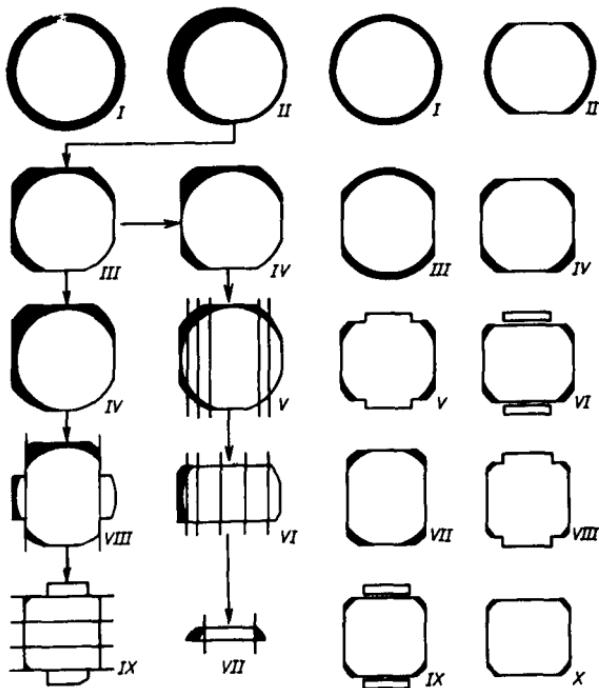


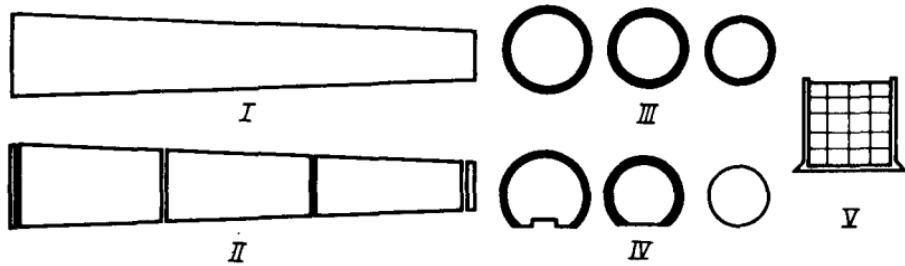
Рис. 8. Схема раскroя бревен с формированием технологических баз:

I – рассортировка сырья; II – базирование бревна по двум образующим; III – обработка на базоформирующей линии; IV – распределение обработанных бревен на два потока; V – VI – обработка крупных бревен на лесопильных рамках; VII – обрезка боковых досок; VIII – IX – обработка тонкомерных бревен и бревен средних размеров на агрегатной линии

Рис. 9. Схема раскroя бревен по предложению фирмы "Линк":

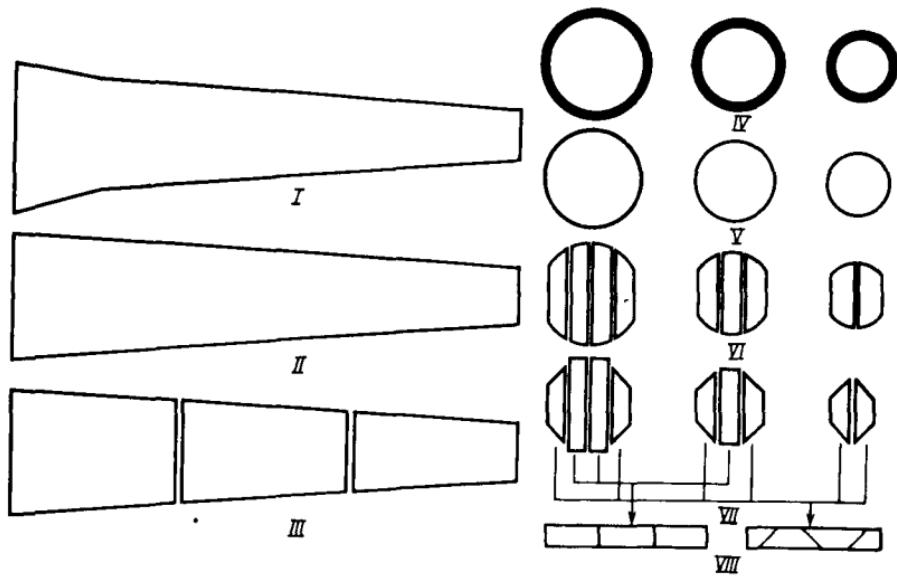
I – подсортировка и подача бревен; II – фрезерование горбыльной части; III – поворот бруса на 90°; IV – фрезерование горбыльной части; V – формирование фигурного бруса; VI – отпиливание боковых досок; VII – поворот бруса на 90°; VIII – формирование фигурного бруса; IX – отпиливание боковых досок; X – выпуск четырехкантного бруса

По нашему мнению, совершенствование нормативно-технической документации на пиловочное сырье должно идти при условии стабилизации суммарного воздействия пороков и дефектов внутри каждого сорта, т.е., уменьшая минимальный диаметр сырья, нужно резко снижать или дифференцировать по размерным группам допуск кривизны, ослабляя требования к сучкам, следует ограничить допуск гнилей. С учетом общего снижения качества сырья, роста объемов сухопутных перевозок и увеличения удельного веса древесины IV сорта целесообразно сократить число длин бревен, выбрав размеры 3, 4 и 6 м, кратные габаритам



**Рис. 10. Схема подготовки сырья к распиловке по предложению О. Крейбаума [патент США № 4337810 B27B 1/00]**

**I** – подача и окорка бревен; **II** – раскряжевка на чураки одной длины; **III** – сортировка по диаметрам; **IV** – формирование технологических баз в различных вариантах (направляющий паз, пролыска, оцилиндровка); **V** – укладка и хранение



**Рис. 11. Схема раскрайки бревен по системе OKAL:**

**I** – подача и окорка бревен; **II** – сферезеровывание комлевых неровностей; **III** – раскряжевка на чураки одной длины; **IV** – сортировка по диаметрам; **V** – оцилиндровка; **VI** – распиловка индивидуальными поставами на доски одной толщины; **VII** – сушка и строгание досок; **VIII** – склеивание щитов по ширине

железнодорожного подвижного состава. При таком подходе есть возможность поддержать на существующем уровне рентабельность продукции лесопиления.

## 2.4. ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ С РАЗЛИЧНЫМИ РАЗМЕРНО-КАЧЕСТВЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Основное требование, предъявляемое к технологическому процессу, — обеспечение высокой производительности труда, безотходности, ресурсосбережения. В лесопилении безотходность и ресурсосбережение обеспечиваются в основном за счет комплексного использования сырья и потому могут рассматриваться как ограничения, тогда основным критерием остается производительность труда.

Расчеты ЦНИИМОда показали, что при традиционной технологии можно добиться повышения производительности труда за счет механизации и автоматизации на всех операциях, но приведенные затраты на единицу продукции при этом останутся практически на том же уровне за счет роста основных фондов. Это означает, что потенциал традиционной технологии близок к исчерпанию и ее использование оправдано только при производстве продукции с высокой стоимостью, например экспортных хвойных пиломатериалов.

В остальных случаях необходим поиск новых технологических решений, дифференцированных с учетом особенностей сырья, продукции, местонахождения и обеспеченности ресурсами рабочей силы. С этих позиций все предприятия, занятые выработкой пилопродукции, можно условно разделить по местонахождению на две группы: тяготеющие к пунктам потребления пилопродукции и тяготеющие к точкам лесодобычи.

По характеру связи лесодобычи с другими лесоперерабатывающими производствами выделяются три группы: с вертикальной, с горизонтальной интеграцией и автономное предприятие.

Любое лесопильное предприятие за исключением предприятий, работающих в составе лесопромышленных комплексов и имеющих одновременно признаки трех-четырех групп, может быть классифицировано по этим группам.

По характеристикам сырья предприятия можно разделить на перерабатывающие: сырье хвойных; мягких лиственных пород; сырье высокого качества (соответствующее I—III сорту по ГОСТ 9463—72 и I—II сорту по ГОСТ 9462—71); сырье пониженного качества (IV сорт по ГОСТ 9463—72); сырье всего диапазона качества; сырье малых и средних диаметров; крупномерное сырье.

Объемы переработки сырья могут существенно различаться, поэтому необходим дифференцированный подход к выбору технологии, отвечающей требованиям малооперационности и ресурсосбережения для каждого отдельного случая. Выбор, однако, ограничен возможностями технической реализации методов повышения однородности потоков пилопродукции и сырья.

Рассмотрим несколько примеров, иллюстрирующих влияние условий на выбор технологии.

**Пример 1.** Автономное предприятие средней мощности, располагающее трудовыми ресурсами и тяготеющее к пунктам потребления товарных пиломатериалов. Перерабатывается высококачественное сырье хвойных пород малых и средних диаметров.

В этом случае в целях обеспечения однородности потока сырья целесообразно применить два метода: дробную сортировку сырья по толщинам и нормализацию формы бревна. Кроме того, для обеспечения однородности потоков пиломатериалов предусматривается специализация по толщинам выпиливаемых пиломатериалов; рассортировка пиломатериалов по размерам, качеству и длинам; раскрой и склеивание некондиционных пиломатериалов.

**Пример 2.** Предприятие малой мощности с ограниченными трудовыми ресурсами, тяготеющее к точкам лесодобычи. На предприятии распиливают тонкомерное сырье хвойных пород всех групп качества.

Для этого варианта однородность потоков сырья и продукции обеспечивается отбивкой фаутных бревен; применением головного станка с регулируемым поставом; жесткой специализацией по толщинам (выработкой пиломатериалов только двух толщин); разделением потока пиломатериалов по толщинам на стадии формирования сечения; сортировкой по ширинам и группам длин пиломатериалов без торцовки; поставкой полуфабрикатов — неторцованных пиломатериалов на другие предприятия для дообработки и сортировки по качеству; изменением в нормативно-технической документации допуска поставки неторцованных пиломатериалов.

**Пример 3.** Предприятие малой мощности с ограниченными трудовыми ресурсами, тяготеющее к местам лесодобычи. Перерабатывается сырье мягких лиственных пород во всем диапазоне размеров и качества.

Здесь наиболее действенны следующие меры: переход на переработку коротких бревен одной длины (3 или 4 м); рассортировка всего сырья на две группы по диаметру в вершинном торце; распиловка на доски одной толщины с последующей обрезкой; сортировка пиломатериалов по ширинам и поставка их потребителю для последующей переработки; изменение в нормативно-технической документации допускаемой величины обзола.

Если два первых примера не вызовут у специалиста особых сомнений, то обоснование последнего варианта требует подробных объяснений. По данным ВНИПИЭИлеспрома [28], запасы древесины мягких лиственных пород в стране составили на 1 января 1978 г. 11,6 млрд. м<sup>3</sup> и продолжали увеличиваться в среднем на 800 млн. м<sup>3</sup> за пятилетие. Свыше 40 % запаса сосредоточено в лесах Европейско-Уральской зоны, причем и здесь прирост запаса мягких лиственных пород составляет около 500 млн. м<sup>3</sup> за 5 лет. По предприятиям Минлеспрома СССР расчетная лесосека составляет 121,0 млн. м<sup>3</sup>, в том числе по Европейско-Уральской зоне свыше 87, и по Сибири — 34,2 млн. м<sup>3</sup>.

В XI пятилетке расчетная лесосека осваивалась в целом по стране на 35 % и по Европейско-Уральской зоне — на 60 %. Приведенные цифры, казалось бы, свидетельствуют о том, что освоение ресурсов древесины мягких лиственных пород наиболее актуально для Европейско-Уральской зоны. В Красноярском крае [17] удельный вес лиственных пород в расчетной лесосеке составляет 32 % (23,5 млн. м<sup>3</sup>), хотя в лесфонде они занимают только 11 %. В то же время в каждом четвертом лесхозе края 50 % расчетной лесосеки и более приходится на лиственные породы.

(береза и осина в различных соотношениях). Подобная картина складывается и в других лесодобывающих регионах вследствие замещения лиственными породами выработанных площадей хвойных пород. Следовательно, проблема использования ресурсов древесины мягких лиственных пород должна решаться для всех лесопромышленных регионов страны с учетом потребностей и технических возможностей всех лесо-перерабатывающих отраслей.

Очевидно, к 2000 г. следует ожидать увеличения объемов заготовки лиственных пород либо рассчитывать на использование части тонкомерного сырья диаметром 6–13 см. С учетом сложившегося уровня потребления сырья мягких лиственных пород возможное увеличение объемов переработки составит 15–20 млн. м<sup>3</sup>/год, а удельный вес этого сырья будет сопоставим с долей хвойного пиловочника.

Признано, что основными причинами, сдерживающими использование древесины мягких лиственных пород в народном хозяйстве вообще и в лесопилении в частности, являются низкое по сравнению с хвойными породами качество сырья, малый выход продукции и высокая трудоемкость. Обычно при небольших объемах переработки мягкие лиственные породы распиливали на тех же потоках и по той же технологии, что и хвойные, а получающиеся при этом убытки рассматривали как неизбежное зло. При увеличении масштабов переработки требование эффективности производства пилопродукции из мягких лиственных пород неминуемо выходит на первый план, причем это требование должно быть обеспечено технологическими и нормативными мерами, а не за счет изменения уровня цен.

Проблемами раскroя сырья мягких лиственных пород в течение ряда лет занималась группа ученых Белорусского технологического института им. С.М. Кирова, которая установила, что наиболее эффективна комплексная переработка березы, осины и ольхи на заготовки для паркета или черновые мебельные заготовки и технологическую щепу [2, 3]. На основании этих исследований предложена технология переработки сырья мягких лиственных пород, предусматривающая операции вторичного раскroя пиломатериалов в лесопильном цехе сразу же после их сортировки по размёрно-качественным признакам [1, 21].

Эффективность переработки мелкотоварного ольхового сырья в условиях Грузинской ССР рассмотрена в работах [34 – 36]. Сравнительные исследования эффективности различных методов раскroя березового сырья на пиломатериалы и заготовки были описаны в работе [13], где установлено, что развалочный метод раскroя обеспечивает более высокий выход продукции и наименьшие затраты по сравнению с брусово-развалочным и сегментно-развалочным методами. Подобные же результаты получены относительно березового и осинового сырья, заготовленного в европейской части страны [38].

Перечисленные работы, а также ранее выполненные исследования [25, 32, 33] ориентируют промышленность на выработку из сырья мягких лиственных пород в основном мелкой пилопродукции — заготовок тары, строительных деталей, черновых мебельных заготовок. Однако реализация такой технологии не всегда целесообразна и возможна из-за дефицита рабочей силы в основных лесопромышленных районах, неудобства внутризаводского обращения мелкой пилопродукции и ее транспортирования к потребителю. Для того чтобы уйти от этих трудностей, предприятия переходят к простейшей технологии — вытипаивают необрезные доски и поставляют их потребителю без какой-либо обработки. В этом случае внешне маскируются качественные недостатки древесины мягких лиственных пород, выход продукции при первичной переработке оказывается достаточно высоким, однако трудоемкость штабелирования, сушки, вторичного раскroя переносятся к потребителю, увеличивая в результате суммарную стоимость переработки.

Подавляющая часть предприятий с малыми объемами выпуска пилопродукции входит в состав лесодобывающих объединений. На этих предприятиях необходимо сосредоточивать основную часть сырья лиственных пород и вырабатывать пиломатериалы для последующей переработки на заготовки, причем этот вторичный раскрай может производиться как на самом предприятии, так и у потребителя. Целесообразно вырабатывать на малых предприятиях пиломатериалы небольшой длины (и, что немаловажно, с малым разбросом длин) с полностью сформированным сечением, что обеспечивает необходимые условия для механизации вторичного раскroя, применения внутризаводского транспорта сравнительно небольшой грузоподъемности, рациональной загрузки магистрального железнодорожного и водного транспорта. В пользу уменьшения длины вырабатываемых пиломатериалов говорит и то обстоятельство, что в лесопильных и деревообрабатывающих цехах лесодобывающих предприятий работают в основном женщины, для которых существуют ограничения по интенсивности труда при ручных манипуляциях с древесиной.

Поскольку пиломатериалы подвергаются вторичному раскрою, допустимо перейти на выпуск в лесопильном цехе пиломатериалов ограниченного количества сечений, ориентируясь на выработку досок одной толщины в течение оперативного периода или смены. Даже при таких условиях с учетом максимально возможных ширин получаемых досок, а также из-за необходимости вырезки гнили придется предусматривать грубую подсортовку сырья с разбивкой его на две группы: бревна диаметром 14–24 см без развитой ядерной гнили и бревна диаметром 26 см и более, а также бревна меньших диаметров, пораженные гнилью.

Дальнейшая технология переработки бревен должна строиться следующим образом (рис. 12). Короткие бревна (длиной 3 или 4 м) первой сортировочной группы распиливают вразвал на доски одной толщины,

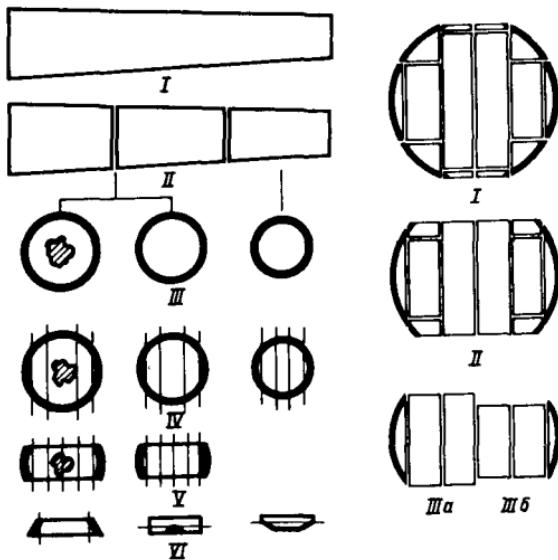


Рис. 12. Перспективная технология раскroя мягколиственного сырья:

/ — подача сырья; // — раскряжевка на короткие бревна одной длины; /// — разделение бревен на два потока ( $d < 24$  см и  $d > 26$  см); /V — распиловка на доски одной длины (вразвал и с брусовкой); V — распиловка бруса на доски одной толщины; V/ — обрезка и деление досок по толщине

Рис. 13. Формирование сечения досок при различной высоте бруса

бревна второй сортировочной группы (также одной длины) — брусоворазвальный методом, причем толщину бруса выбирают с учетом вырезки гнили; боковые доски имеют также одну толщину. Такая же толщина назначается для всех досок, выпиливаемых из бруса. Все необрезные доски подвергаются обрезке, часть досок (подгорбильные и частично пораженные гнилью), кроме того, проходят деление с выработкой тонких пиломатериалов. После выборочной торцовки все пиломатериалы рассортировываются по ширинам и укладываются в пакеты. Дальнейшие операции — транспортные и технологические — зависят от назначения пилопродукции: при внутризаводской переработке — это сушка и последующий вторичный раскрай, при отгрузке — антисептирование, увязка и погрузка. Во всех случаях должна быть предусмотрена переработка кусковых отходов на технологическую щепу или топливную дробленку.

Предлагаемая технология поставки сырья противоречит сложившейся практике, однако возможность перехода на поставку коротких бревен одной длины в условиях, когда разделка долготы и переработка пиловочника выполняются в пределах одного объединения, не вызывает сомнения. Вероятные трудности носят не столько организационный и технический характер, сколько психологический. Грубая подсортировка сырья перед распиловкой технически несложна и может быть осу-

ществлена с применением простейших средств механизации. Теоретическое обоснование закономерностей раскroя бревен на доски одной толщины приведено ниже.

## 2.5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ МЯГКИХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Поскольку на доски одной толщины раскраивают короткие бревна, сблизистость которых в худшем случае не превышает 1,3, то в качестве теоретической модели бревна можно было бы принять усеченный конус, а не усеченный параболоид, как это сделано в классической теории раскroя. Однако проведенные исследования показали, что можно принять и более идеализированный вариант — цилиндр, так как охват диаметра бревна поставом превысит 0,95 только в том случае, если число досок в поставе будет более 9. Следовательно, можно предполагать, что вероятность укорочения крайних досок невелика и допустимо рассматривать сечения досок, которые вписываютя в вершинный торец бревна, а длину досок принимать равной длине бревна. В этом случае две модели бревна — усеченный конус и цилиндр — становятся равноценными и следует использовать более простую модель.

При развольной схеме раскroя практически редко используются постава с числом досок более 8, однако в целях перекрытия всего возможного диапазона изменения этого параметра примем, что количество досок в развольном поставе изменяется от 1 до 10. Из тех же соображений при брусовом-развольной схеме принимаем, что высота бруса колеблется в пределах 0,3—0,9  $d$ , на первом проходе число боковых досок изменяется от 2 до 6 (от 1 до 3 пар досок), а на втором проходе — от 2 до 10. Максимальная ширина пропила в долях диаметра при самых невыгодных условиях (диаметр бревна в вершине 10 см, толщина пилы — 3,6 мм) не превысит 0,05 $d$ , поэтому диапазон изменения этого параметра принимаем равным 0...0,06 $d$ .

**Закономерности раскroя бревен развольным методом на доски одной толщины.** Если обозначить число досок в поставе символом  $n$ , толщину доски  $t$ , а ширину пропила  $e$ , то для каждого случая с различным количеством досок в поставе может быть составлено уравнение вида

$$S = f(n, t, e), \quad (2.1)$$

где  $S$  — сумма площадей сечений досок, вписанных в вершинный торец бревна.

Например, для случаев, когда количество досок в поставе равно 2, 3, 4 и 5, эта зависимость описывается следующими уравнениями:

$$\text{при } n = 2 \quad S_2 = 2t \sqrt{1 - (e + 2t)^2}; \quad (2.2)$$

$$\text{при } n = 3 \quad S_3 = t \sqrt{1 - t^2} + 2t \sqrt{1 - (2e + 3t)^2}; \quad (2.3)$$

$$\text{при } n = 4 \quad S_4 = 2t (\sqrt{1 - (e + 2t)^2} + \sqrt{1 - (3e + 4t)^2}); \quad (2.4)$$

$$\text{при } n = 5 \quad S_5 = t \sqrt{1 - t^2} + 2t \sqrt{1 - (2e + 3t)^2} + \sqrt{1 - (4e + 5t)^2} \quad (2.5)$$

Для больших значений  $n$  число членов в зависимости увеличивается. Для поиска оптимальных значений  $t$  при различных  $n$  и  $e$  была использована общезвестная процедура поиска максимума с последующим расчетом численных значений  $t$  на ЭВМ ЕС-1022 по специально разработанной программе "SVET". Полученные результаты (табл. 14) позволяют получить зависимость оптимальной суммарной площади сечений, вписанных в торец бревна, которая аппроксимируется формулой

$$S_{\Sigma} = 0,75 - \frac{0,52}{n} - 0,7(n-1)e. \quad (2.6)$$

Последующая обработка позволяет сделать вывод, что оптимальное число досок в поставе зависит от ширины пропила и может быть определено по формуле

$$n = 0,862/\sqrt{e}, \quad (2.7)$$

где  $n$  — целое число в диапазоне от 2 до 10.

Закономерности раскрыя бревен разваленным методом на доски одной толщины с последующим делением крайних досок по толщине. При распиловке бревен постоянным поставом пил может случиться, что крайняя доска при заданной толщине  $t$  не будет иметь полностью пропиленную пластину, а это приведет к уменьшению выхода продукции. Опасность этого явления можно было бы уменьшить, обеспечив ориентирование бревен по крайней пиле постава, однако практически вероят-

#### 14. Оптимальные толщины досок в долях диаметра бревна при распиловке развалом

Число досок в поставе, шт.	Толщина досок при ширине пропила						
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
2	0,353	0,349	0,346	0,342	0,338	0,035	0,331
3	0,266	0,260	0,255	0,250	0,245	0,240	0,235
4	0,209	0,203	0,197	0,191	0,185	0,179	0,173
5	0,173	0,165	0,158	0,152	0,144	0,139	0,133
6	0,148	0,141	0,134	0,127	0,120	0,113	0,106
7	0,129	0,121	0,114	0,107	0,100	0,092	0,085
8	0,014	0,107	0,099	0,092	0,084	0,077	0,069
9	0,103	0,095	0,086	0,079	0,072	0,064	0,056
10	0,093	0,085	0,078	0,070	0,061	0,053	0,045

нене случай, когда бревно ориентируется по центру постава и по обеим сторонам бревна получаются горбыли с частично пропиленными пластами. Проведенные исследования показали, что при этом целесообразно предусмотреть переработку горбыля путем деления и обрезки с получением доски, толщина которой равна половине толщины, принятой для остальных досок в поставе. Следует сразу же отметить, что теоретически эта схема целесообразна при числе досок не менее 3, так как при выпиловке 2 досок расчетное уравнение не будет отличаться от уравнения (2.2) и результат получится такой же, как и для схемы раскроя, рассмотренной в предыдущем разделе.

В рассматриваемой схеме для случаев, когда число досок в поставе равно 3, 4, 5 и 6, зависимость (2.1) будет иметь вид:

$$\text{при } n=3 \quad S_3 = t \sqrt{1-t^2} + t \sqrt{1-(2e+2t)^2}; \quad (2.8)$$

$$\text{при } n=4 \quad S_4 = 2t \sqrt{1-(e+2t)^2} + t \sqrt{1-(3e+3t)^2}; \quad (2.9)$$

$$\text{при } n=5 \quad S_5 = t \sqrt{1-t^2} + 2t \sqrt{1-(2e+3t)^2} + t \sqrt{1-(4e+4t)^2}; \quad (2.10)$$

$$\text{при } n=6 \quad S_6 = 2t \sqrt{1-(e+2t)^2} + 2t \sqrt{1-(3e+4t)^2} + \quad (2.11)$$

$$+ t \sqrt{1-(5e+5t)^2}.$$

Для больших значений  $n$  зависимости, как и в предыдущем случае, имеют аналогичный вид с соответствующим увеличением количества членов. Последующая процедура поиска минимума и вычислений на ЭВМ выполнена так же, как и в предыдущем случае. Полученные значения оптимальных толщин (табл. 15) в зависимости от количества досок в поставе и ширины пропила аппроксимируются уравнением, отражающим зависимость суммарной площади сечений досок, вписанных в торец бревна, от величины  $l$  и  $e$ :

#### 15. Оптимальные толщины досок волях диаметра бревна при распиловке вразвал с делением крайних досок пополам

Число досок в поставе, шт.	Толщина доски при ширине пропила						
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
3	0,420	0,41	0,403	0,395	0,388	0,380	0,372
4	0,285	0,277	0,270	0,262	0,255	0,248	0,240
5	0,223	0,214	0,206	0,199	0,191	0,183	0,175
6	0,181	0,173	0,165	0,157	0,149	0,141	0,132
7	0,155	0,145	0,137	0,129	0,120	0,112	0,103
8	0,134	0,124	0,116	0,108	0,099	0,090	0,081
9	0,116	0,109	0,100	0,092	0,083	0,073	0,064
10	0,105	0,096	0,088	0,079	0,070	0,060	0,051

$$S_{\Sigma} = 0,5 + 0,061 \log_2 n - 0,67 (n - 1,1) e. \quad (2.12)$$

Последующая обработка дает возможность перейти к формуле

$$n = 0,131/e, \quad (2.13)$$

позволяющей вычислить оптимальное число досок в поставе в зависимости от ширины пропила.

**Закономерности раскroя бревен брусово-развальным методом.** Сложность теоретического исследования раскroя бревен на доски одной толщины при брусово-развальном методе заключается в том, что совместное рассмотрение поставов для первого и второго проходов едва ли практически осуществимо без предварительных пробных расчетов. При увеличении толщины бруса толщина досок на первом проходе должна уменьшаться. В то же время можно предполагать, что на втором проходе зависимость оптимальной толщины доски от толщины бруса не будет такой монотонной, как при распиловке вразвал, так как часть досок вписывается в пласть бруса и число таких досок увеличивается со снижением толщины бруса и уменьшается с ее увеличением. Здесь развальный постав можно рассматривать как крайний случай, когда толщина бруса приближается к  $1d$ . Точно так же развальный постав является крайним случаем и для первого прохода в предположении, что толщина выпиливаемого бруса равна 0.

Рассмотрим для начала задачу оптимизации толщины боковых досок на первом проходе в диапазоне изменения толщины бруса  $H$  от 0,3 до  $0,9d$  и ширины пропила от 0 до  $0,06d$ . При выпиловке одной пары боковых досок площадь их поперечного сечения описывается в общем случае уравнением

$$S = 2t \sqrt{1 - (H + 2t + 2e)^2}, \quad (2.14)$$

которое после взятия первой производной, приравненной затем к 0, приводят к выражению

$$t^2 + \frac{3}{4} (H + 2e) t + \frac{1}{8} (H^2 + 4e - 1) = 0, \quad (2.15)$$

представляющему собой квадратное уравнение, положительные корни которого определяются общезвестным методом и дают значения оптимальных толщин досок (табл. 16).

При выпиловке двух и трех пар боковых досок суммарная площадь их сечений выражается более сложными уравнениями, решение которых потребовало применения машинных расчетов. Полученные результаты представлены в табл. 17, 18.

Очевидно, для первого прохода оптимальная схема раскroя может

**16. Оптимальные толщины боковых досок в долях диаметра бревна при брусово-развальном методе раскрова (первый проход, одна пара боковых досок)**

Толщина бруса	Толщина досок при ширине пропила						
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
0,3	0,243	0,236	0,228	0,222	0,215	0,209	0,202
0,4	0,207	0,200	0,193	0,186	0,179	0,173	0,167
0,5	0,172	0,165	0,158	0,151	0,145	0,138	0,132
0,6	0,136	0,130	0,119	0,116	0,110	0,103	0,097
0,7	0,102	0,095	0,092	0,086	0,075	0,069	0,063
0,8	0,067	0,061	0,054	0,048	0,041	0,035	0,029
0,9	0,033	0,027	0,020	0,014	0,08	—	—

**17. Оптимальные толщины боковых досок в долях диаметра бревна при брусово-развальном методе раскрова (первый проход, две пары боковых досок)**

Толщина бруса	Толщина досок при ширине пропила						
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
0,3	0,145	0,137	0,129	0,121	0,113	0,106	0,098
0,4	0,125	0,116	0,108	0,100	0,093	0,085	0,077
0,5	0,105	0,095	0,087	0,080	0,072	0,064	0,056
0,6	0,084	0,074	0,067	0,059	0,051	0,043	0,035
0,7	0,063	0,054	0,046	0,038	0,030	0,022	0,013
0,8	0,041	0,033	0,025	0,018	0,009	—	—
0,9	0,121	0,013	0,005	—	—	—	—

**18. Оптимальные толщины боковых досок в долях диаметра бревна при брусово-развальном методе раскрова (первый проход, три пары боковых досок)**

Толщина бруса	Ожидаемая толщина при ширине пропила						
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
0,3	0,105	0,095	0,086	0,078	0,070	0,061	0,053
0,4	0,090	0,080	0,072	0,064	0,055	0,046	0,038
0,5	0,075	0,065	0,057	0,049	0,040	0,031	0,022
0,6	0,060	0,051	0,042	0,034	0,025	0,016	0,007
0,7	0,045	0,036	0,028	0,019	0,09	—	—
0,8	0,030	0,021	0,012	0,003	—	—	—
0,9	—	—	—	—	—	—	—

быть получена путем сравнения выходов при разном числе боковых досок. Такое сравнение было выполнено путем прямых вычислений, результаты этих вычислений сведены в табл. 19, которая показывает, что число боковых досок должно уменьшаться с увеличением ширины

Толщина бруса	Оптимальное число и толщина досок при ширине пропила			
	0	0,01	0,02	0,03
0,3 d	6/0,105	6/0,095	6/0,086	4/0,121
0,4 d	6/0,090	6/0,080	6/0,072	4/0,100
0,5 d	6/0,075	6/0,065	4/0,087	4/0,080
0,6 d	6/0,080	6/0,051	4/0,067	4/0,059
0,7 d	6/0,045	4/0,036	4/0,046	2/0,086
0,8 d	6/0,030	4/0,033	4*/0,025 2*/0,054	2/0,048
0,9 d	4/0,021	2/0,027	2/0,02	2/0,014

\* Две схемы раскроя даны в тех случаях, когда оба варианта по выходу практически равны.

пропила и толщины бруса. Следует, однако, иметь в виду, что приведенные в табл. 19 значения толщин досок — слишком малые величины и допустимы лишь в теории.

Как уже отмечалось ранее, при моделировании раскроя бруса на втором проходе характер изменения оптимальной толщины досок более сложен, нежели при раздельном методе или первом проходе брусовораздельного метода. Причины этого хорошо иллюстрируются схемами I—III (рис. 13), где рассматривается случай раскроя бруса на четыре доски. Вначале, когда толщина бруса незначительно отличается от диаметра бревна, оптимальная толщина доски выбирается так же, как и при раздельном методе (схема I). С уменьшением толщины бруса ширина сердцевинных и центральных досок ограничивается толщиной бруса, а для размеров боковых досок определяющей остается кривизна обзорной части бруса (схема II). При дальнейшем уменьшении толщины бруса все доски вписываются в пласт бруса (схема IIIa) и в последующем с изменением толщины бруса (а следовательно, и ширины досок) происходит увеличение оптимальной толщины досок, определяемое размером пласти бруса (схема IIIб).

Поскольку формирование оптимальной толщины в этом случае будет обусловлено влиянием различных факторов, то нельзя ожидать, что зависимость оптимальной ширины от толщины бруса, ширины пропила и числа досок в поставе будет описываться единообразной функцией во всем диапазоне изменения этих переменных. Это обстоятельство затрудняет вывод зависимостей выхода пиломатериалов (площади по-перечных сечений  $S$ ) от толщины бруса  $H$ , количество досок в поставе  $l$  и ширины пропила  $e$ . В каждом случае необходимо прежде всего априори задавать число досок, вписывающихся в пласт бруса, и контролировать этот параметр после вычисления оптимальной толщины доски.

С учетом этих особенностей были рассчитаны в том же порядке,

Толшина бруса	Оптимальное число и толщина досок при ширине пропила		
	0,04	0,05	0,06
0,3 d	4/0,113	4/0,106	2/0,202
0,4 d	4/0,093	4*/0,085 2*/0,173	2/0,167
0,5 d	4*/0,072 2*/0,144	2/0,138	2/0,132
0,6 d	2/0,110	2/0,103	2/0,097
0,7 d	2/0,075	2/0,069	2/0,063
0,8 d	2/0,041	2/0,035	2/0,029
0,9 d	2/0,009	—	—

П р и м е ч а н и е. В числителе — число боковых досок, шт., в знаменателе — их толщина в долях диаметра бревна.

как и для первого прохода, оптимальные толщины досок, выпиливаемых из бруса (табл. 20). В таблице приведены результаты расчетов только для  $n = 2, 4, 6, 8, 10$ . Для практических расчетов представляет интерес оптимальное число досок при раскрое брусьев разной толщины. При малых и средних толщинах бруса выход тем лучше, чем меньше досок в поставе, так как основное влияние имеют потери в пропил. При больших толщинах бруса подход к определению оптимального варианта раскroя будет таким же, как и при развальном поставе, но в этом случае число досок будет зависеть от потерь не только в пропил, но и в рейки и горбыли. В связи с этим при выборе оптимальной толщины доски придется ориентироваться на развальный постав и зависимости (2.7) и (2.13).

**Краткий анализ теоретических исследований.** Выполненные в настоящей главе теоретические исследования дают решение задачи раскroя бревен на доски одной толщины в общем виде, поскольку все результаты представлены в относительных величинах — долях диаметра бревна. Принципиально доказывая методическую и математическую корректность выполненных расчетов применительно к принятой модели бревна, они все же не дают законченной картины раскroя сырья, поскольку при групповой переработке бревен ширина пропила, будучи постоянной по абсолютной величине, окажется непостоянной в относительных значениях, поскольку диаметр бревна будет меняться.

Для оценки результатов теоретических исследований рассчитаны оптимальные схемы раскroя для реальных условий. Расчет для второго прохода не выполняли по приведенным в предыдущем разделе соображениям. При всех расчетах принимали диапазон диаметров от 14 до 42 см (наиболее характерные размеры сырья), а ширину пропила 3,7 мм (толщина пилы — 2,2 мм при уширении на сторону 0,75 мм).

20. Оптимальные толщины досок в долях диаметра бревна  
при брусовово-развалочном способе раскрова (второй проход)

Толщина бруса	Оптимальная толщина досок при ширине пропила						
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
При $n = 2$							
0,3	0,477	0,472	0,467	0,462	0,457	0,452	0,447
0,4	0,458	0,453	0,448	0,443	0,438	0,433	0,428
0,5	0,433	0,428	0,423	0,418	0,413	0,408	0,403
0,6	0,400	0,395	0,390	0,385	0,380	0,375	0,370
0,7	0,357	0,352	0,347	0,342	0,337	0,335	0,331
0,8	0,353	0,349	0,346	0,342	0,338	0,335	0,331
0,9	0,353	0,349	0,346	0,342	0,338	0,335	0,331
При $n = 4$							
0,3	0,238	0,231	0,223	0,216	0,208	0,201	0,193
0,4	0,229	0,221	0,214	0,206	0,199	0,191	0,184
0,5	0,217	0,209	0,201	0,194	0,187	0,179	0,171
0,6	0,205	0,199	0,193	0,187	0,181	0,175	0,169
0,7	0,208	0,202	0,196	0,190	0,184	0,178	0,172
0,8	0,211	0,205	0,199	0,193	0,187	0,181	0,174
0,9	0,214	0,208	0,202	0,195	0,189	0,183	0,177
При $n = 6$							
0,3	0,159	0,151	0,142	0,134	0,125	0,117	0,109
0,4	0,152	0,144	0,136	0,128	0,113	0,107	0,100
0,5	0,144	0,137	0,130	0,123	0,116	0,109	0,102
0,6	0,147	0,140	0,133	0,126	0,119	0,112	0,105
0,7	0,150	0,142	0,135	0,128	0,121	0,114	0,106
0,8	0,152	0,145	0,137	0,130	0,122	0,112	0,105
0,9	0,148	0,141	0,134	0,127	0,120	0,113	0,106
При $n = 8$							
0,3	0,119	0,110	0,101	0,093	0,084	0,081	—
0,4	0,115	0,103	0,095	0,088	0,081	0,073	0,066
0,5	0,113	0,105	0,098	0,090	0,082	0,075	0,067
0,6	0,115	0,107	0,100	0,092	0,084	0,076	0,068
0,7	0,117	0,109	0,101	0,093	0,085	0,077	0,069
0,8	0,114	0,107	0,099	0,092	0,084	0,076	0,069
0,9	0,114	0,107	0,099	0,092	0,084	0,076	0,069
При $n = 10$							
0,3	0,106	0,097	0,088	0,079	0,067	0,059	0,052
0,4	0,100	0,092	0,084	0,077	0,069	0,061	0,053
0,5	0,102	0,094	0,086	0,078	0,071	0,062	0,054
0,6	0,104	0,096	0,088	0,080	0,072	0,063	0,055
0,7	0,102	0,094	0,086	0,080	0,073	0,067	0,055
0,8	0,103	0,095	0,087	0,080	0,072	0,063	0,055
0,9	0,103	0,095	0,087	0,080	0,072	0,064	0,055

На основании полученных зависимостей рассчитано оптимальное число досок и их толщина при распиловке вразвал на доски одной толщины.

Диаметр бревен, см . . . . .	14	18	22	26	30	34	38	42
Число досок, шт. . . . .	5	6	6	7	7	8	8	9
Расчетная толщина, мм . . . . .	21,7	24,2	30,4	30,7	35,7	36,0	41,4	40,3

Расчетные оптимальное число досок и их толщина при распиловке вразвал с делением крайних досок по толщине приведены ниже:

Диаметр бревен, см . . . . .	14	18	22	26	30	34	38	42
Число досок, шт. . . . .	5	6	7	9	10	11	13	14
Расчетная толщина, мм . . . . .	28,4	29,9	30,8	27,1	28,2	26,3*	25,2*	25,9*

\* Рассчитано не по теоретической зависимости.

В табл. 21 приведены расчетные данные для первого прохода.

Сопоставление полученной информации позволяет сделать интересные выводы. Во-первых, при распиловке вразвал оптимальная толщина досок колеблется от 21,7 до 41,4 мм, однако внутри размерных групп 14–24 см (средние лесоматериалы) и 26–42 см (крупные лесоматериалы) эти колебания не так велики. Предварительные прикидки показывают, что эти колебания будут меньше при увеличении ширины пропила.

Расчет показал также, что случай распиловки вразвал с последующим делением крайних досок по толщине имеет скорее теоретический, чем практический интерес. Дело в том, что хотя колебания оптимальных толщин в этом случае существенно снижены и зависят в основном от

#### 21. Оптимальное число и толщина боковых досок при распиловке брусово-развальными методом

Толщина бруса	Диаметр бревна, см							
	14	18	22	26	30	34	38	42
0,3 d	4	6	6	6	6	6	6	6
	16,9	15,5	19,8	23,4	27,6	32,3	36,1	40,3
0,4 d	4	6	6	6	6	6	6	6
	14,0	13,0	16,7	19,8	23,4	27,2	30,4	34,4
0,5 d	4	4	4	4	4	6	6	6
	11,8	14,7	19,4	22,6	26,1	22,1	24,7	27,3
0,6 d	4	4	4	4	4	4	6	6
	9,4	12,0	14,7	17,4	20,1	22,8	19,38	21,4
0,7 d	2	4	4	4	4	4	4	4
	12,4	8,3	10,1	12,0	13,8	15,6	17,5	19,3
0,8 d	2	2	4	4	4	4	4	4
	7,1	9,7	6,4	7,8	9,3	11,2	12,6	13,9
0,9 d	2	2	2	2	2	2	2	2
	2,4	3,6	5,0	6,2	7,8	8,8	10,3	11,3

П р и м е ч а н и е. В числителе — число досок, шт.; в знаменателе — толщина досок, мм.

дискретности числа досок, все же при делении боковых досок толщиной 25–30 мм не получается доска даже минимальной стандартной толщины. Следовательно, при расчете развального постава следует руководствоваться случаем распиловки на доски одной толщины, а операцию деления досок по толщине использовать для того, чтобы компенсировать влияние недискретности диаметра сырья, вариации сбежистости и возможные ошибки в ориентации бревна по поставу пил.

Оптимальные толщины боковых досок при первом проходе в случае распиловки с бруsovкой в большинстве случаев оказались меньше минимальных стандартных (см. табл. 21). Очевидно, при распиловке с бруsovкой целесообразно выбирать толщины боковых досок по максимальному в размерной группе диаметру и в необходимых случаях, как и при распиловке вразвал, прибегать к последующему делению досок по толщине. Кроме того, следует учитывать и тот факт, что, например, зависимости (2.6) и (2.12) имеют сравнительно спокойный характер изменения в исследованном диапазоне параметров, поэтому превышение расчетных толщин не должно существенно ухудшать результаты раскюя, тем более что при увеличении толщины досок резче проявляется компенсирующее влияние допускаемого обзола. Следовало бы рассчитать это влияние при раскюе на доски одной толщины и выявить диапазон возможного и допустимого варьирования оптимальной толщины, который будет полезен при практическом составлении поставов.

**Экспериментальные исследования раскюя сырья мягких лиственных пород на пиломатериалы.** С целью проверки результатов теоретических исследований раскюя сырья мягких лиственных пород были проведены опытные распиловки березового и осинового пиловочника на пиломатериалы по ГОСТ 2695–83. Подбор сырья осуществлялся по типовой методике опытных распиловок с учетом ранее полученных данных о

## 22. Результаты опытных распиловок березового пиловочного сырья

Сорт бревен по ГОСТ 9462: 17	Выход пиломатериалов длиной 1 м и более, %, по сортам			
	I	II	III	Всего
При диаметре бревен 14–16 см				
I	17,1/15,7	30,0/34,7	9,6/5,6	56,7/56,0
II	3,2/3,1	31,5/27,6	22,4/23,7	57,1/54,4
III	4,9/2,6	22,3/20,1	23,2/30,3	50,4/53
IV	2,7/6,2	33,8/19,3	9,3/18,8	45,8/44,3
При диаметре бревен 18–20 см				
I	17,3/16,5	35,9/39,4	1,5/0,8	54,7/56,7
II	3/5,3	39,9/28,2	10,7/21,1	53,6/54,6
III	4,5/4,8	25,2/23,4	21,8/23,2	51,5/51,4
IV	9,3/7,8	16,5/24,4	21/15	46,8/47,2

**П р и м е ч а н и е.** В числителе – данные для бревен длиной 4 м, в знаменателе – длиной 3 м.

### 23. Результаты опытных распиловок осинового пиловочного сырья

Сорт по ГОСТ 9462-71	Выход пиломатериалов длиной 1 м и более, %, по сортам			
	I	II	III	Всего
При диаметре бревен 14–16 см				
I	–/1,2	43,6/41,8	–/–	43,6/43
II	–/–	43,6/32	–/11,5	43,6/43,5
III	0,5/–	6,9/6	38,5/40,8	45,9/46,8
IV	0,6/–	17,0/8,5	22,6/30,2	40,2/38,7
При диаметре бревен 18–20 см				
I	21,6/16,5	29,6/37,2	1,9/1,2	53,1/54,9
II	6,4/10	43,9/41,8	3,8/4,7	54,1/56,5
III	0,3/2	24,3/12,5	32,4/45,8	57/60,3
IV	5,1/0,8	14,4/15,7	27,7/28,9	47,2/45,4
При диаметре бревен 22–24 см				
I	25,4/28,2	25,6/27,2	1,8/3,3	52,8/58,7
II	20,1/15,9	34,5/42,7	2,4/–	57/58,6
III	3,9/2,5	31,7/18,8	21,3/38,2	56,9/59,5
IV	3,6/6,6	28,6/9,2	15,7/32,7	47,9/48,5
При диаметре бревен 26–30 см				
I	27,2/42,4	26/13,2	7,5/8,6	60,7/64,2
II	21,9/25,1	13/18,5	13,4/16,7	54,3/60,3
III	4,7/4,9	26,8/28,1	22,6/27,1	54,1/60,1
IV	3/3,2	12,5/16,5	28,6/31,3	44,1/51
При диаметре бревен 32–36 см				
I	31/44,6	26,8/6	–/8,2	57,8/58,8
II	22,9/31,2	20,2/15,1	10/8,9	53,1/55,2
III	4,3/4,6	26,6/34,1	20,5/18,7	51,4/54,4
IV	2,1/2,8	8,7/10,7	33,1/35,3	43,9/48,8
При диаметре бревен 38 см и более				
I	40,8/27,4	15,7/14,5	–/8,6	56,5/50,5
II	35,4/32,3	15,6/4,8	1,9/5,1	52,9/49,5
III	4,8/5,5	32/36,7	13,7/6,2	50,5/49,1
IV	1,5/2,9	8/9,6	34/29,9	43,5/42,4

**П р и м е ч а н и е.** В числителе указаны данные для бревен длиной 4 м, в знаменателе – для бревен длиной 3 м.

встречаемости отдельных пороков и насыщенности ими сырья. При распиловке осинового пиловочника было взято пять групп диаметров во всем размерном диапазоне, предусмотренным стандартом, березового – только две размерные группы в диапазоне диаметров 14–20 см, так как крупномерные лесоматериалы этой породы, как правило, отбирают на фанерный кряж. Исследовали выход пилопродукции из бревен двух длин – 3 и 4 м.

При выборе схем раскроя для опытных распиловок столкнулись с трудностями, обусловленными спецификой продукции, вырабатываемой предприятием, где проводились опытные распиловки. Поскольку все пиломатериалы предназначались для выработки черновых мебельных заготовок, то основным был размер по толщине 60 мм. Расчет

оптимальной толщины досок при условии допускаемого обзола в 1/4 толщины показал, что в этом случае оптимальная толщина может быть увеличена в 1,2–1,3 раза, т.е. толщина 60 мм является крайним случаем, а не оптимальной величиной.

Для улучшения использования сбеговой зоны в необходимых случаях было предусмотрено деление боковых досок по толщине с выпиловкой пиломатериалов толщиной 25 мм. При распиловке бревен толщиной 26 см и более на первом проходе выпиливали брус толщиной 100 мм и боковые доски толщиной 60 мм, из бруса выпиливали доски толщиной 60 мм. В обоих случаях при необходимости предусматривалось деление крайних досок по толщине с выпиловкой досок размером 25 мм.

Результаты опытных распиловок показали, что для березового пиловочника выход практически не зависит от длины бревна (табл. 22). У осинового сырья выход продукции из трехметровых бревен диаметром 18–36 см в целом выше, чем у четырехметровых, у бревен диаметром 14–16 см выход в том и другом случае практически одинаков. Трехметровые толстомерные бревна диаметром 38 см и более дают несколько меньший выход, нежели четырехметровые (табл. 23).

Учитывая, что большая часть мягкого лиственного сырья относится к группе диаметров до 28 см, предпочтительнее перерабатывать бревна длиной 3 м. Следует отметить, что выход продукции при неоптимальной толщине досок достаточно высок и хорошо согласуется с утвержденными нормативами, пересчитанными на обрезные пиломатериалы [24].

Был изучен и характер рассеивания длин пиломатериалов при переработке коротких бревен мягких лиственных пород. Из результатов опытных распиловок, приведенных ниже, следует, что удельный вес укорачиваемых досок практически одинаков для длин бревен 3 и 4 м (в числителе — доля неукачиваемых досок, %, при длине бревна 3 м, в знаменателе — при длине 4 м) :

Бревна диаметром, см:

из березы:

14–16	.....	(83,4–100) / (66,7–100)
18–20	.....	(80–100) / (75–100)
в целом 14–20	.....	(81,5–100) / (71,3–100)

из осины:

14–16	.....	(40–77,1) / (45–75)
18–20	.....	(57,5–85,8) / (53,9–86,5)
22–24	.....	(65,3–100) / (75–100)
в целом 14–24	.....	(58,1–90,1) / (62,4–91,3)
26–30	.....	(81,1–100) / (81,1–100)
32–36	.....	(82,6–100) / (82,6–100)
38–42	.....	(65–100) / (65–100)
в целом 26 и более	.....	(79,1–100) / (79,1–100)

С увеличением диаметра число укорачиваемых досок уменьшается при любой длине бревна. Объясняется это явление уменьшением сбекистости при увеличении диаметра бревен.

## 2.6. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

В начале этой главы было показано, что при использовании различных способов повышения однородности потоков пилопродукции можно скомпоновать практически неограниченное число структурных решений технологических потоков. Возможность их реализации будет определяться прежде всего наличием работоспособного технологического оборудования, обладающего высокой пропускной способностью и гарантирующего требуемый уровень качества обработки.

Этим требованиям полностью соответствуют однопроходные фрезернопильные линии ЛАПБ. Практика показала, что возможности совершенствования подобных машин далеко не исчерпаны. Компоновка технологического потока в этом случае проста, имеет резко выраженный линейный характер (рис. 14). Линейность компоновки при использовании фрезернопильного агрегата с регулируемым поставом превращается в недостаток, поскольку необходимость разделения досок различных сечений чрезмерно удлиняет поток. При отказе от продольной схемы сортировки досок и переходе на поперечное движение теряется одно из преимуществ однопроходных агрегатов — отсутствие эффекта рассеивания ширин пиломатериалов.

Дальнейшее распространение получат фрезерно-брusующие линии, особенно с освоением установок, имеющих поднастройку фрез и исключающих необходимость рассортировки тонкомерного сырья в один четный диаметр. Практика показала, что наибольшая производительность таких линий достигается при работе одного фрезерно-брusующего и двух круглопильных станков (рис. 15). Подобная схема позволяет направлять двухкантный брус в зависимости от его толщины на тот или другой круглопильный станок и тем самым осуществлять сортировку пиломатериалов до их выпиловки.

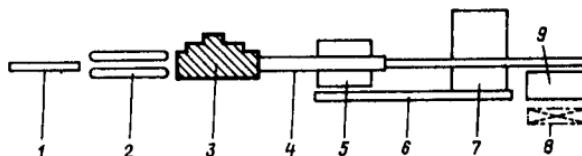


Рис. 14. Схема потока на базе фрезернопильной линии ЛАПБ:

- 1 — продольный конвейер;
- 2 — подающий конвейер;
- 3 — фрезернопильная линия;
- 4 — позадистаночный конвейер;
- 5 — сборочный конвейер для боковых досок;
- 6 — ленточный конвейер;
- 7 — линия торцовки и сортировки боковых досок;
- 8 — накопитель для толстых досок;
- 9 — пакет пиломатериалов

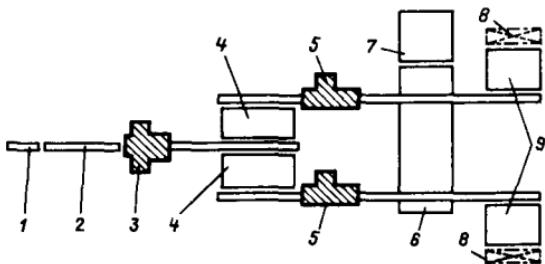


Рис. 15. Схема потока на базе фрезерно-брусиющей линии:

1 — продольный лесотранспортер; 2 — подающий конвейер; 3 — фрезерно-брусиющей станок; 4 — брусоперекладчики; 5 — многопильные круглопильные станки; 6 — сборочный конвейер; 7 — линия торцовки и сортировки боковых досок; 8 — накопители толстых досок; 9 — пакеты пиломатериалов

В последнее время предложен целый ряд перспективных решений, позволяющих резко повысить производительность труда в основном потоке лесопиления. В ЦНИИМОДе разработан проект автоматизированного лесопильного цеха для переработки хвойного сырья средних

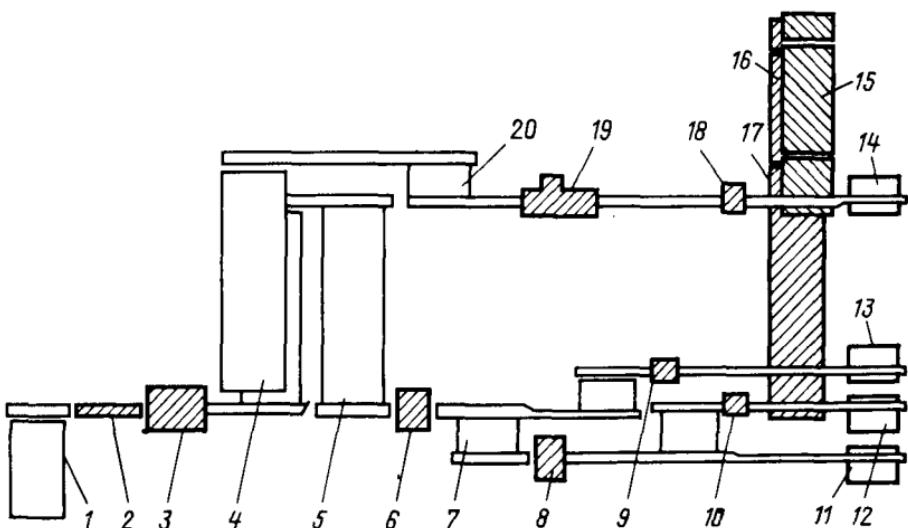


Рис. 16. Технологическая схема экспериментального лесопильного цеха ЦНИИМОДа:

1 — подъемник для подачи бревен в цех; 2 — подающий конвейер; 3 — базоформирующая линия; 4 — двухэтажный накопитель пилозаготовок; 5 — накопитель перед лесопильной рамой I ряда; 6 — лесопильная рама I ряда; 7 — накопитель перед лесопильной рамой II ряда и фрезерно-обрезным станком; 8 — лесопильная рама II ряда; 9, 10 — фрезерно-обрезные станки; 11 — 14 — накопители; 15 — 17 — линии торцовки боковых досок; 18 — вертикальный блок пил для переработки бруса; 19 — агрегатная линия для обработки пилозаготовок; 20 — накопитель перед агрегатной линией

диаметров на товарные пиломатериалы (рис. 16). Рассортированные бревна малыми партиями одного диаметра поступают на базоформирующий агрегат, который срезеровывает с четырех сторон бревна горбыльные части и формирует пилозаготовку — четырехкантный брус. Полученные пилозаготовки в зависимости от размера распределяются на два накопителя, откуда поступают на переработку. Пилозаготовки меньших размеров перерабатывают на специальном агрегате, оснащенном фрезами и двумя круглопильными узлами, больших размеров — распиливаются на потоке из двух лесопильных рам. Все выпиленные доски, в том числе и тонкие (после обработки на фрезерно-обрезном станке), сортируют по сечениям и укладывают в пакеты.

В Гипрореве и ЦНИИМОДе разработали несколько схем цехов-автоматов на основе следующих исходных положений:

- 1) сырье хвойное I—III сортов по ГОСТ 9463—72 поставляется в сортиментах одной длины, одной породы ( $d=14-60$  см);
- 2) поставка сырья круглогодичная сухопутным транспортом;
- 3) основная продукция — сухие пакетированные товарные пиломатериалы или заготовки ограниченного числа сечений;
- 4) полное использование сырья достигается за счет переработки кусковых отходов, опилок и отходов окорки на технологическую щепу и топливные брикеты;
- 5) высокая производительность обеспечивается за счет применения комплектного оборудования большой единичной мощности с большой степенью агрегирования операций в отдельных установках;
- 6) в целях обеспечения малооперационности весь производственный процесс разбивается только на две фазы — подготовка сырья и его комплексная переработка.

Одна из разработанных схем предусматривает переработку 120 тыс. м<sup>3</sup> сырья в год (рис. 17). Бревна, рассортированные по группам диаметров, подаются на загрузочное устройство, ориентируются вершиной вперед, проходят окорку и подаются на головной фрезернопильный станок с регулируемым поставом. Здесь выпиливают глубокий брус и боковые доски, которые обрабатывают на фрезерно-обрезных станках. Брус распиливают на фрезернопильном станке II ряда. Все доски поступают на сортировочную линию, затем на штабелеформирующую машину и после сушки — на линию окончательной обработки и пакетирования.

Технологическая щепа поступает самотеком на I этаж цеха, где ее сортируют и упаковывают в контейнеры с уплотнением. Опилки, отсев щепы и отходы окорки передают на участок брикетирования. Топливные брикеты, как и щепа, упаковывают в контейнеры.

Другой вариант этой схемы (рис. 18) предусматривает использование вакуумно-диэлектрической сушки вместо конвективной и соответственно исключает оборудование для формирования и разборки штабелей.

Третий вариант (рис. 19) отличается тем, что число вырабатываемых

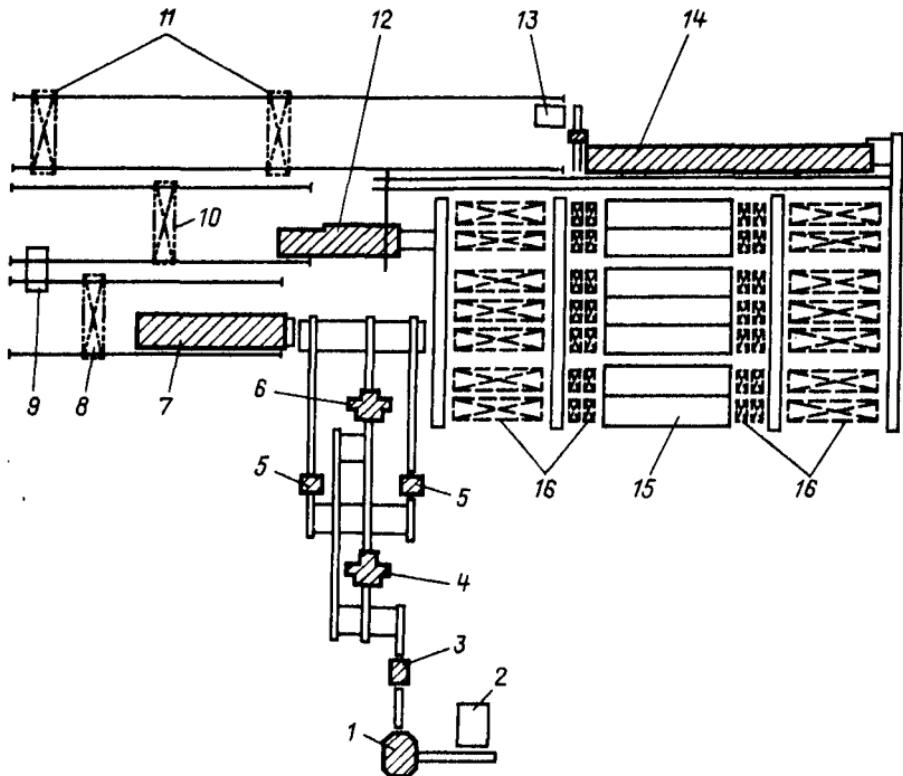


Рис. 17. Технологическая схема перспективного лесопильного цеха (вариант 1):  
 1 – разворотное устройство; 2 – поштучная подача; 3 – окорочный станок;  
 4, 6 – фрезернопильные линии; 5 – фрезерно-обрезные станки; 7 – линия сортировки  
 пиломатериалов по сечениям; 8, 10, 11 – мостовые краны; 9 – передающий  
 конвейер для неорганизованных пачек досок; 12 – штабелеформирующая линия;  
 13 – пакетоформирующая машина; 14 – линия торцовки, сортировки и пакети-  
 рования пиломатериалов; 15 – сушильные камеры; 16 – запасы штабелей до и  
 после сушильных камер

сечений резко ограничено (2–3 сечения). После сушки пиломатериалы поступают на линию раскрова, склеивания и сортировки по прочности, где производится вырезка дефектов, склеивание по длине, калибрование и сортировка по прочности на четыре–пять групп.

Для предприятий, перерабатывающих сырье мягких лиственных пород и хвойных пород пониженного качества, ЦНИИМОДом разработаны структурные схемы, базирующиеся на применении традиционного оборудования (рис. 20). Короткие бревна одной длины поступают на конвейер, с которого распределяются на две группы по диаметрам (14–24 см и 26 см и более). После окорки бревна первой группы распиливают вразвал на доски одной толщины и обрезают, бревна второй

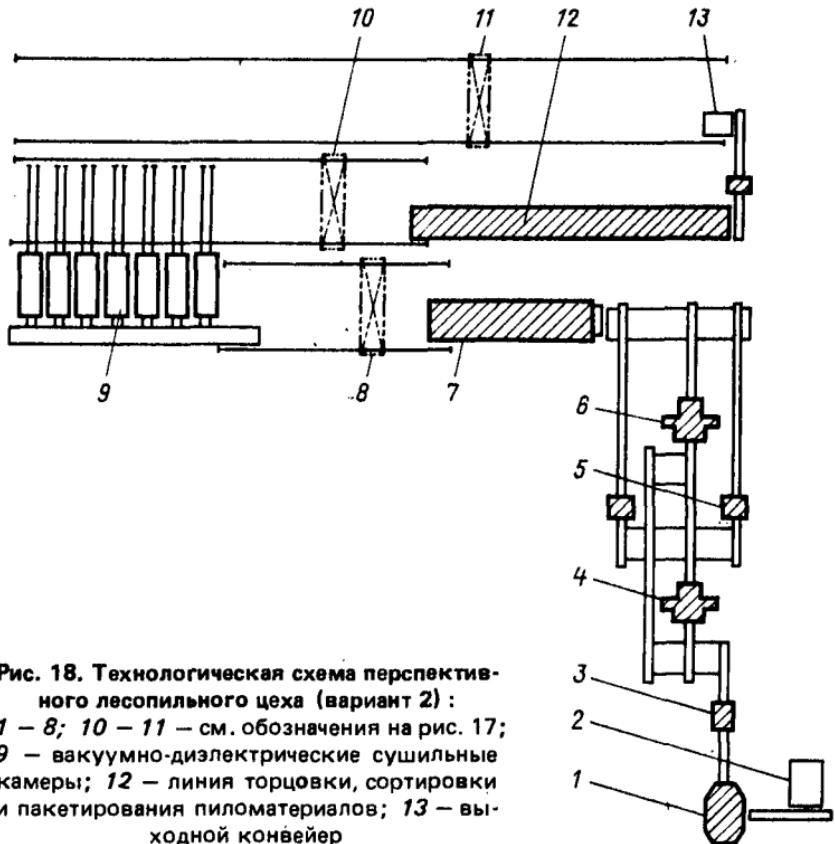


Рис. 18. Технологическая схема перспективного лесопильного цеха (вариант 2):  
 1 – 8; 10 – 11 – см. обозначения на рис. 17;  
 9 – вакуумно-диэлектрические сушильные камеры; 12 – линия торцовки, сортировки и пакетирования пиломатериалов; 13 – выходной конвейер

группы распиливают с брусовкой также на доски одной толщины, все боковые доски проходят обрезку. На механизированном конвейере выполняют разборку досок по ширинам и пакетирование. Доски, требующие доработки, направляют на ребровый станок для деления по толщине и укладки в отдельный пакет.

Предполагаемая схема может иметь вариант, когда каждый поток работает на свою сортплощадку, тогда одновременно можно выпиливать не две, а три толщины. В обоих случаях кусковые отходы должны перерабатываться на технологическую щепу или топливную дробленку. Опилки и отходы окорки предпочтительнее использовать в качестве топлива на самом предприятии. В необходимых случаях возможно развитие технологического процесса за счет склеивания короткомерных пиломатериалов или их раскрова на мелкую пилопродукцию.

Реализация перечисленных технологических решений потребует создания новых систем и комплектов машин, прототипы которых известны уже сейчас. Массовое освоение их и передача промышленности сдерживаются пока отсутствием надлежащих машиностроительных и приборостроительных мощностей для лесного комплекса.

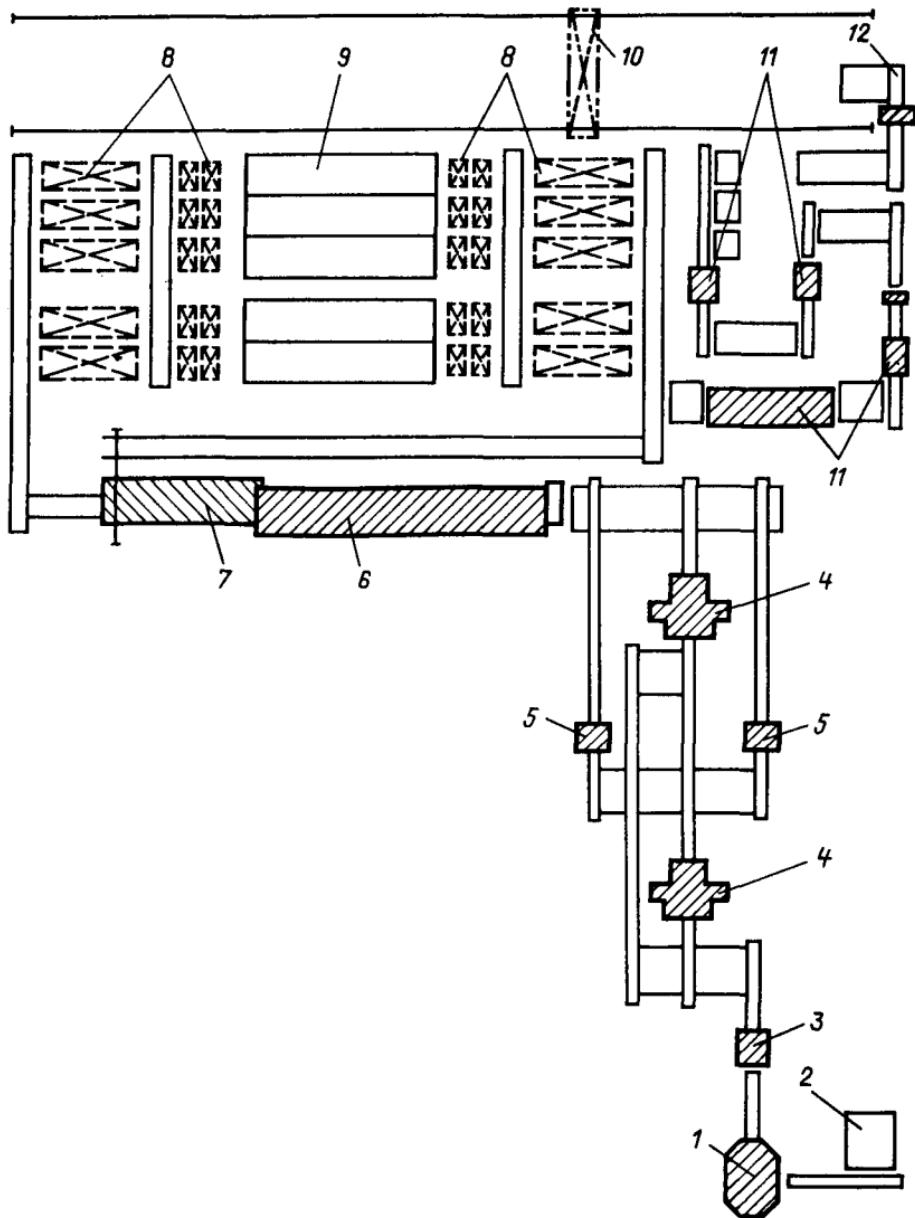


Рис. 19. Технологическая схема перспективного лесопильного цеха (вариант 3):  
 1 – 5 – см. обозначения на рис. 17; 6 – линия сортировки пиломатериалов; 7 – штабелеформирующая машина; 8 – запасы штабелей до и после сушильных камер; 9 – сушильные камеры; 10 – мостовой кран; 11 – оборудование участка раскрай, склеивания, калибровки и сортировки пиломатериалов по прочности; 12 – оборудование для формирования, обертки и увязки пакетов

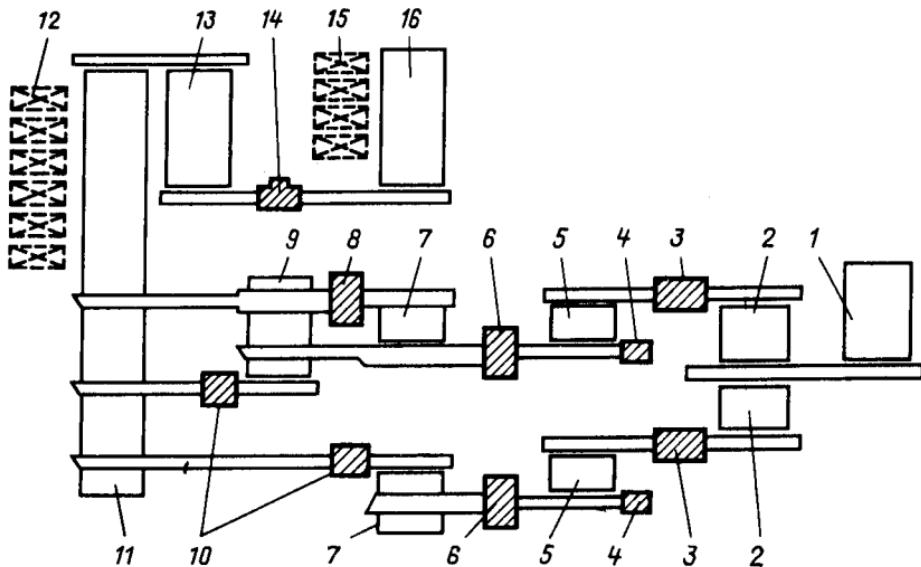


Рис. 20. Технологическая схема лесопильного узла для переработки сырья мягких лиственных пород:

1 — поштучная подача; 2, 5, 9 — поперечные конвейеры; 3 — окорочные станки; 4 — впередирамные тележки; 6 — лесопильные рамы I ряда; 7 — брусосперекладчики; 8 — лесопильная рама II ряда; 10 — фрезерно-обрезные станки; 11, 16 — сортировочные конвейеры; 12 — подстопные места для толстых досок; 13 — установка для торцовки досок; 14 — ребровый станок; 15 — подстопные места для тонких досок

## 2.7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСПЕКТИВНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Основные технологические требования к оборудованию лесопильного производства определены действующим руководящим документом "Системы машин и оборудования для лесопильных предприятий" (рис. 21).

Каждая из систем может быть реализована в нескольких вариантах, различающихся рекомендуемой областью применения, производственной мощностью и набором оборудования. Заполнение систем должно быть обеспечено 210 видами основного и вспомогательного оборудования (по состоянию на момент разработки лишь чуть больше половины из них выпускалось серийно). Введение в действие "Систем машин и оборудования для лесопильных предприятий" позволило более целенаправленно вести разработку оборудования по всему технологическому комплексу.

За время действия выявились и недостатки этого руководящего документа: во-первых, в самом построении систем определяющим

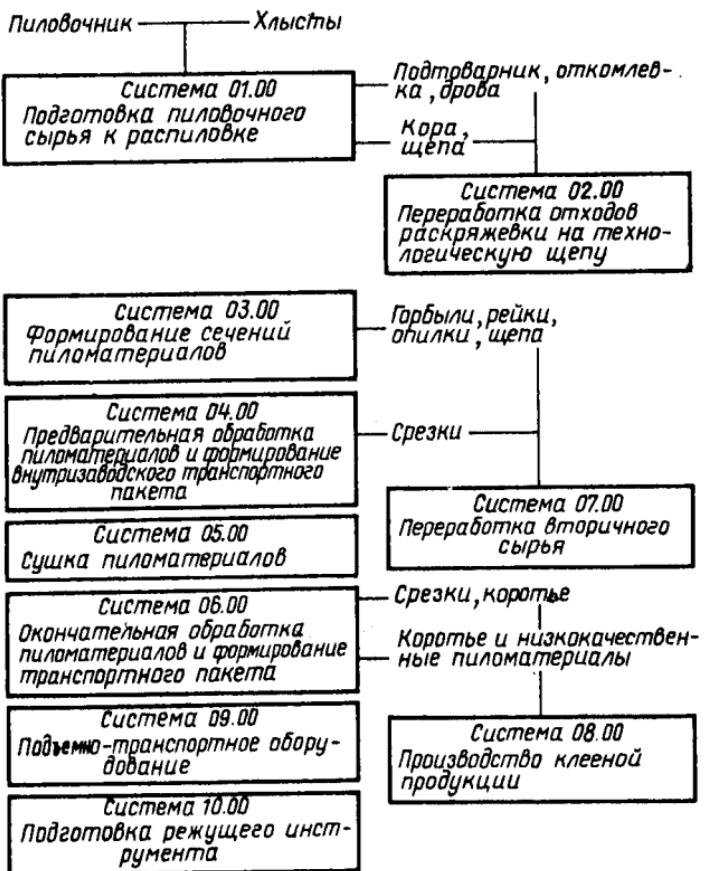


Рис. 21. Системы машин и оборудования для лесопильных предприятий

остался принцип унификации технологии; во-вторых, номенклатура оборудования, заложенного в системах, оказалась нереализуемой из-за ограниченности проектных и машиностроительных мощностей. В результате за 10 прошедших лет доля серийного оборудования в номенклатуре систем осталась практически на том же уровне, так как основные усилия машиностроителей были сосредоточены на модернизации и замене устаревшего оборудования. Масштабы этой работы подтверждают тот факт, что из 39 моделей основного и вспомогательного оборудования, подвергнутых в 1980 г. оценке научно-технического уровня, 6 моделей было признано устаревшими и подлежащими снятию с производства, а 12 моделей требовали модернизации.

Позднее экспертами Минстанкпрома и Минлесбумпрома СССР были рассмотрены перечни вновь создаваемого и модернизируемого оборудования, содержащие соответственно 28 и 22 модели. На 1986–1990 гг.

предусмотрено сконцентрировать усилия на создании 10 новых видов оборудования, на 24 модели наиболее сложного автоматизированного оборудования определены задачи по выпуску.

Целесообразно приступить к пересмотру "Систем машин и оборудования" с учетом возможностей отечественного машиностроения. При установлении номенклатуры оборудования и технологических требований к нему необходимо руководствоваться общими положениями, позволяющими уменьшить общее количество моделей. Такими общими положениями могут быть: обеспечение гибкости технологических и технических решений; высокая степень автоматизации, сокращение обслуживающего персонала; модульное построение технологических линий, позволяющее комплектовать линии различных модификаций; безотходность и малоотходность переработки сырья и полуфабрикатов; оптимальная степень агрегирования операций в одной технологической линии.

С учетом этих положений номенклатура основного технологического оборудования будет насчитывать в общей сложности не более 30 позиций (табл. 24). Анализируя представленную номенклатуру, можно заметить, что в нее вошли как известные модели оборудования, так и принципиально новые, не имеющие отечественных аналогов установки, однако скоростные параметры оборудования повышенены не очень существенно, а в некоторых случаях оставлены на достигнутом уровне. Можно заметить также, что резко сокращено количество моделей для сортировки пиломатериалов, причем большинство из них запроектированы как многоцелевые установки (для сырых и сухих пиломатериалов). Конвективные сушильные камеры ориентированы на штабель высотой 3 м; набор оборудования для производства клееной пилопродукции ограничен линиями сращивания пиломатериалов по длине.

Перечисленные особенности номенклатуры оборудования во всех случаях имеют технико-экономические обоснования. Сохранение в номенклатуре уже известного и освоенного оборудования наряду с введением принципиально нового обеспечивает необходимую комплексность оснащения технологического потока и целесообразный баланс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по модернизации действующего и созданию нового оборудования. Анализ работы скоростного высокопроизводительного оборудования показал, что дальнейшее повышение скоростей подачи не приводит к соответствующему росту производительности из-за ухудшения использования машинного времени. В результате стремление интенсифицировать процесс вызывает непропорциональное увеличение энергозатрат, что является признаком экстенсивности решения.

Может вызвать сомнение целесообразность сохранения в номенклатуре перспективного оборудования фрезерно-брюсующего станка — наиболее простой машины в гамме фрезернопильного оборудования.

## 24. Номенклатура перспективного основного технологического оборудования

Тип оборудования	Прототип	Основные технические характеристики
Оборудование, обеспечивающее однородность потока и подготовку сырья к распиловке		
1. Установка для тепловой обработки бревен перед окоркой с нагревом ТВЧ	—	Производительность не менее 80—100 м <sup>3</sup> /ч
2. Двухроторные окорочные станки	2ОК	Скорость подачи до 90 м/мин То же
3. Однороторные окорочные станки	ОК	Производительность до 1200 бревен/ч; число сортировочных мест на 32
4. Линия сортировки бревен большой производительности	БС-60-3	Производительность 600—800 бревен/ч; число сортировочных мест 12
5. Линия сортировки бревен средней производительности	РБ-12	Производительность 600—800 бревен/ч; число сортировочных мест 12
Оборудование для формирования сечения пиломатериалов		
6. Фрезерно-брюсующий станок с регулируемым поставом фрез	ФБС-750М	Диапазон диаметров 10—18 см; скорость подачи 48 м/мин
7. Однопроходная линия агрегатной переработки бревен	ЛАПБ-2	Диапазон диаметров 14—20 см; скорость подачи 60 м/мин
8. Двухпроходная фрезерно-пильная линия	ЛФП-2/3	Диапазон диаметров 14—28 см; скорость подачи 60—70 м/мин
9. Лесопильная рама	2Р75	Диапазон диаметров 14—50 см; скорость подачи 22—24 м/мин
10. Круглопильный станок для переработки двухкантного бруса	Ц8Д8-М Ц12Д-1	Высота бруса до 200 мм; скорость подачи до 60 м/мин
11. Ленточнопильный станок для раскряя бревен и брусьев	ЛБ-150	Диапазон диаметров 14—80 см; скорость подачи до 100 м/мин
12. Фрезерно-обрезной станок	Ц2Д-1Ф	Просвет 630 мм; скорость подачи до 150 м/мин
13. Круглопильный обрезной станок	Ц2Д-7А	Просвет 630 мм; скорость подачи до 150 м/мин
14. Четырехпильный фрезерно-обрезной станок	Ц4Д-7Ф	Просвет 1000 мм; скорость подачи до 150 м/мин
15. Делительный станок	ЦР-4 ЛД-125	Высота пропила до 400 мм; скорость подачи до 90 м/мин
Оборудование для торцовки и сортировки пиломатериалов		
16. Механизированная торцовочная установка	ЛТ-1	Производительность 40 упоров/мин
17. Оборудование для сортировки пиломатериалов на базе распределителей	СПР	Производительность до 50 досок/мин

Тип оборудования	Прототип	Основные технические характеристики
18. Гибкая автоматизированная линия средней производительности для торцовки и сортировки сухих и сырьих пиломатериалов	—	Производительность 63 упора/мин
19. Гибкая автоматизированная линия большой производительности для торцовки и сортировки сухих пиломатериалов	ЛСП	Производительность до 120 упоров/мин
20. Система сушильных модулей МСП	—	Оборудование для сушки древесины Число блокируемых модулей 1–12; производительность одного двухштабельного сушильного модуля 3 тыс. м <sup>3</sup> /год
21. Вакуумно-диэлектрическая сушильная камера	СПВД	Производительность 2,4 тыс. м <sup>3</sup> /год
22. Линия формирования штабелей	ЛФШ-3	Производительность 40–60 досок/мин; размеры штабеля 7 x 3 x 1,8м
23. Расформировочное устройство	—	Производительность до 63 досок/мин; размеры штабеля 7 x 3 x 1,8м
24. Линия сортировки пиломатериалов по прочности	—	Оборудование для производства клееной пилопродукции Скорость подачи до 120 м/мин; число сортировочных категорий 4
25. Комплект оборудования для раскрова пиломатериалов	ДПД-60	Годовая производительность до 15 тыс. м <sup>3</sup>
26. Линия склеивания пиломатериалов по длине	ЦНИИМОД-547М	Годовая производительность до 15 тыс. м <sup>3</sup> клееной пилопродукции
27. Рубительные машины для переработки кусковых отходов лесопиления	МРГ-40 МРН-50	Оборудование для переработки вторичных ресурсов древесины Производительность в диапазоне 10–60 м <sup>3</sup> /ч; выход кондиционной щепы до 95 %
28. Сортировка технологической щепы	—	Производительность до 200 м <sup>3</sup> /ч

В пользу этого решения имеются два довода. Во-первых, в перспективе ожидается увеличение удельного веса тонкомера в структуре пиловочного сырья. Переработка этого тонкомера экономически более выгодна, если она выполняется в точках, тяготеющих к заготовке сырья. В этих условиях фрезерно-брюсующие линии, не требующие для своей установки развитых фундаментов и способные работать в зданиях малой высоты

(даже временного типа), имеют несомненные преимущества перед другими моделями фрезернопильного оборудования. Во-вторых, попытки создания более сложных фрезернопильных станков показали, что с расширением технологических возможностей резко возрастает их стоимость, соответственно они становятся экономически эффективными при сравнительно больших объемах переработки сырья. Это, в свою очередь, ограничивает масштабы применения сложного фрезернопильного оборудования, сокращает серийность его выпуска и фактически превращает его в оборудование для индивидуальных заказов.

Целесообразность создания фрезернопильного оборудования легкого типа подтверждает и мировой опыт. Можно сослаться на американские установки моделей "Бивер" и "Стетсон Росс", австрийские "Линк", шведские "Содерхамс". В последние годы в Финляндии создан очень интересный легкий фрезернопильный станок Р115 для переработки сырья диаметром 8–20 см. Станок имеет две торцово-конические фрезы, формирующие пласти двухкантного бруса, и два блока круглых пил и цилиндрических фрез, установленных на двух вертикальных шпиндельях. Скорость подачи 65 м/мин, длина станка 3,8 м. Для размещения установки Р115 вместе с окорочным станком требуется помещение длиной 14 м.

Интересна история создания установки Р115, раскрывающая действительные затраты времени на разработку и внедрение нового оборудования. Идея и технологическая схема станка Р115 была выдвинута еще в 1960-х годах фирмой „Братья Раутио“. Проектирование станка было начато в 1971 г. и первый опытный образец изготовлен и испытан в 1978–1980 гг. В 1983 г. была изготовлена и реализована опытная партия станков, а в настоящее время станки Р115 работают на десятках лесозаводов Финляндии, несколько станков экспортировано в Норвегию и Данию, ведутся переговоры со шведскими специалистами, с КНР и странами СЭВ.

Затраты времени на создание станка достаточно велики и резко отличаются от рекламируемых в зарубежных изданиях и проспектах молниеносных переходов от идеи к внедрению. В то же время длительность отдельных этапов всего цикла наука – производство – потребление резко сокращается по мере продвижения к конечному результату. В самом деле, если этап от идеи до опытного образца занял по меньшей мере 10–12 лет, то этапы от опытного образца до малой серии и от малой серии до массового внедрения потребовали каждый только по 2–3 года.

Очевидно, следует более критически подходить к оценке технических идей и не считать их обилие показателем успешной деятельности отраслевой науки. Только при реализации ограниченного количества технических и технологических идей, прошедших жесткую проверку на стадии исследований (даже с большими затратами времени), можно осуществить действительную концентрацию ресурсов на нескольких разработках и обеспечить быстрое их внедрение.

Это подтверждается и опытом создания отечественного оборудования для сортировки пиломатериалов. Все попытки создания специализированных линий для сортировки пиломатериалов на различных фазах производства, предпринятые в свое время ЦНИИМОДом и ГКБД, не имели успеха и заканчивались на стадии опытного образца, в первую очередь, из-за отсутствия прогрессивных и однотипных технических решений как по самой технологической линии, так и по системе управления. Первым обнадеживающим шагом была разработка в ЦНИИМОДе (А.В. Грачев) линий сортировки сырых и сухих пиломатериалов ЛТС-16 и БСП. Имея ограниченную производительность из-за невысоких параметров системы управления, эти линии все же показали, что унификация технических решений по основным узлам является единственно правильным направлением опытно-конструкторских работ в этой области. В связи с этим и возникла идея разработки многоцелевых линий для сортировки пиломатериалов, изменяющих свои технологические характеристики в зависимости от количества и назначения компонуемых вместе модулей. На этой основе ЦНИИМОДом спроектирована гамма сортировочных линий ЛСП, прототип которых (модель ЛП-21) уже более 6 лет работает на экспериментально-производственном заводе "Красный Октябрь" (г. Архангельск).

Ориентация на создание многоцелевых линий для сортировки пиломатериалов оправдана тем, что функции этих установок меняются в зависимости от места торцовки в технологическом процессе лесопиления и организации сортировки в большей степени, чем от вида обрабатываемых пиломатериалов. Поэтому при модульном решении и использовании в системе управления перепрограммируемого устройства, например, мини-ЭВМ, можно сократить количество моделей, но оставить за потребителем возможность самому выбрать вариант компоновки с учетом своих требований и стоимости линии.

Этот же принцип модульности должен быть реализован и при создании перспективного оборудования для сушки пиломатериалов. Дело в том, что в настоящее время лесопильно-деревообрабатывающие предприятия оснащены разнотипным сушильным оборудованием. Суммарная мощность сушильных камер составляет несколько более 15 млн. м<sup>3</sup> условных пиломатериалов в год. Только на лесоэкспортных предприятиях преобладают однотипные сушильные камеры — крупногабаритные сушилки большой единичной мощности (импортные „Валмет” и СП-5КМ отечественного производства). В то же время на 74 предприятиях, выпускающих пиломатериалы для внутрисоюзного потребления, установлены сушильные камеры 40 различных типов, еще большее разнообразие в типах камер наблюдается на предприятиях мебельной промышленности, домостроительных и деревообрабатывающих заводах. (Обследование 330 предприятий, проведенное ЦНИИМОДом (А.А. Горяев, М.Г. Гернет), показало, что наиболее распространены сушильные камеры, шт.:

Грум-Гржимайло . . . . .	579
Конструкции Латгипропрома . . . . .	146
Эжекционно-реверсивные . . . . .	255
СКД . . . . .	145
СПВ-62 . . . . .	87
СПМ-2К . . . . .	58
Блоки СП-5КМ . . . . .	47
ЦНИИМОД-23, ЦНИИМОД-32, ЦНИИМОД-39 . . . . .	413
блоки „Валмет“ . . . . .	99

Большое число разнотипных, а главное устаревших сушильных камер со сроком службы 20–50 лет затрудняет развитие сушки пиломатериалов, не способствует экономии топливно-энергетических ресурсов и древесины. Необходимо радикальное обновление сушильной техники за счет создания системы сушильных модулей, использующих унифицированное тепловентиляторное и энергетическое оборудование. Если для новых методов сушки с использованием вакуума и токов СВЧ принцип модульности выдерживается автоматически, то для конвективных камер необходима полная ревизия всех конструкторских разработок и поиск новых решений по всем узлам, включая ограждения. В настоящее время ЦНИИМОДом предложена к разработке система МСП, базирующаяся на сушильном модуле, вмещающем два сушильных штабеля высотой 3 м и имеющем производительность 3 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов в год. По желанию потребителя в один блок можно собирать до 12 модулей.

Сокращение высоты сушильного штабеля до 3 м против достигнутого максимума (5 м) объясняется тем, что для основной массы предприятий этот габарит обеспечивает наилучшие технико-экономические показатели. Для предприятий большой мощности, где оправдана увеличенная высота штабеля, целесообразно сушильные камеры и все вспомогательные механизмы разрабатывать по индивидуальным проектам, как это фактически делается и в настоящее время.

Разумеется, предложенная номенклатура может дорабатываться и уточняться, но во всех случаях ее реализация позволит осуществить техническое перевооружение предприятий при существующих проектных и машиностроительных мощностях.

## 2.8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ АВТОМАТИЗАЦИИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Дальнейшее повышение технического уровня лесопильного производства неразрывно связано с автоматизацией основных операций технологического процесса лесопиления. Трудоемкость решения этой задачи обусловлена рядом факторов, отражающих специфику лесопильного производства, а именно: своеобразием геометрии, особенностями

качественных показателей и диапазоном размеров сырья; спецификой задач, решаемых при управлении раскроем пиловочного сырья и полуфабрикатов; диапазоном размеров и групп качества пилопродукции; спецификой построения лесопильного потока и характером перемещения в нем предметов обработки.

Комплексное влияние этих факторов проявляется прежде всего в том, что использование серийных технических средств общепромышленного применения, в первую очередь измерительных преобразователей (датчиков), в подавляющем большинстве случаев оказывается невозможным, поэтому в лесопильном производстве наибольшее распространение получили устройства, относящиеся к так называемым детерминированным автоматам, хотя имеются потребность и необходимые предпосылки для создания и внедрения более сложных автоматических устройств.

Как и в других отраслях промышленности, в лесопилении на первых этапах наибольшее внимание уделялось механизации и автоматизации манипуляций с сырьем и пиломатериалами и транспортных операций в лесопильном цехе, т.е. механизации физически тяжелых операций. На определенном этапе это направление было исчерпано и, хотя уровень механизации и автоматизации лесопиления повысился, основные его технологические процессы остались не автоматизированными. Отдельные исключения (пакетоформирующие машины, манипулятор перед лесопильной рамой II ряда, системы управления сушкой пиломатериалов) не меняют общей картины. Заметный сдвиг в этом отношении следует связывать с закупкой импортного оборудования для обработки пиломатериалов после сушки и попытками создания аналогичных машин в стране (БТУ-2, БТСМ-6, 4СТУ-2, УСД-18).

Эксплуатация импортного оборудования и опытные работы по отечественным установкам показали необходимость использования новой, более совершенной автоматики, обеспечивающей управление процессом по технологическим или технико-экономическим критериям при высокой производительности и надежности. С развитием автоматизированных систем управления производством (АСУП) к системам управления технологическими объектами стали предъявляться новые требования: одновременно с управлением процессом стало необходимо регистрировать и накапливать первичную информацию для использования ее на вышестоящих уровнях управления.

Подобная постановка задачи обусловила переход к качественно новой ступени развития средств и методов управления технологическими процессами (АСУТП). Наиболее остро встал и вопрос о технологических предпосылках или технологических основах автоматизации применительно к лесопильно-деревообрабатывающему производству.

Несколько слов о сущности самого термина **технические основы автоматизации**. По сложившейся терминологии

технология — это наука или совокупность сведений о различных физических, химических и других способах обработки сырья, полуфабрикатов и изделий, а также сами процессы такой обработки — технологические процессы, при которых происходит качественное изменение обрабатываемого объекта. Под автоматизацией производства понимается процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполняемые человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Таким образом, можно считать, что автоматизация производственных процессов представляет собой взаимное пересечение и приспособление двух систем при обязательном сохранении тех глобальных целей, которые преследует технология.

Непонимание необходимых технологических преобразований, пересмотря сложившейся технологии и организации производства во многом послужило причиной снижения эффективности систем автоматики и автоматизированных линий на первых этапах автоматизации лесопильного производства. Как следствие формирования более правильного понимания этой проблемы и возникло само понятие технологических основ автоматизации, под которыми имеется в виду комплекс технологических, технических и организационных требований, ограничений и условий. Их выполнение обеспечивает технический, экономический и социальный эффект от применения средств.

В СССР разработке технологических основ автоматизации производственных процессов уделяется большое внимание, особенно в последнее время. В работах [9, 10, 11, 12, 15, 16, 29, 30] рассмотрены как общая теория, так и отдельные аспекты этой проблемы.

Оценивая технологическую возможность и экономическую целесообразность внедрения АСУТП на различных стадиях производственного процесса, следует иметь в виду, что для лесопиления характерны несколько основных типов задач управления:

1) задачи со сравнительно простым алгоритмом управления, основанным на простом счете количества штук и длины предметов обработки (управление формированием пакетов и сушильных штабелей, контроль и учет выполнения заданий на участках окорки и распиловки сырья, линии склеивания пиломатериалов);

2) задачи программного управления в сочетании с поддержанием режима по параметрам среды (камерная сушка, пропитка древесины);

3) задачи со сравнительно сложным алгоритмом управления, предусматривающим распределение предметов обработки на группы по результатам измерения размеров (сортировка сырья, пиломатериалов и заготовок по размерам);

4) модификация предыдущей задачи, когда распределение ведется не только по размерам, но и по качеству;

5) управление раскроем по размерным и размерно-качественным

признакам предмета обработки (индивидуальный раскрой сырья, обрезка, торцовка пиломатериалов, раскрой на заготовки и т.п.).

Задачи первого типа принципиально и технически уже решены, и широкое внедрение таких систем скорее требует организационной, нежели исследовательской работы. Системы управления сушкой пиломатериалов также освоены промышленностью, и здесь стоит вопрос о переходе от регулирования по состоянию среды к регулированию по состоянию высушиваемой древесины, однако состояние работ по физике и технологии сушки не дает пока основания к созданию технических средств, позволяющих решить эту проблему в ближайшем будущем. Имеющиеся в СССР и за рубежом разработки (измерение массы штабеля, установка измерителей влажности в нескольких точках штабеля) имеют в своей основе усреднение влажности штабеля и уже тем самым не обеспечивают технологические предпосылки для использования более точных и совершенных средств управления.

Наиболее актуальна задача автоматизации управления процессом сортировки (задачи третьего и четвертого типа), так как операции сортировки сырья и пиломатериалов, их обработки после сушки — наиболее трудоемкие фазы производственного процесса лесопиления. Совершенствование технологии лесопиления за последние годы привело к повышению удельного веса трудозатрат на указанных операциях на 20–30 %. Создание механизированных и полумеханизированных установок не дало существенных результатов из-за низкой производительности оборудования.

В дальнейшем, очевидно, следует идти по пути организационных и технологических методов повышения однородности потоков сырья и пиломатериалов, а также создания высокопроизводительных машин для сортировки сырья и пиломатериалов с использованием электроники для измерения, контроля и управления. Серьезное внимание следует уделять управлению раскроем сырья и пиломатериалов по размерно-качественным признакам. Теоретически этот вопрос слабо разработан, отсутствуют первичные измерители качественных параметров сырья и пиломатериалов.

Рассмотрим операцию раскроя необрезных досок на товарные пиломатериалы. С раскроем необрезной доски в лесопилении связаны две операции — обрезка пиломатериалов и их торцовка. Независимо от схемы раскроя сырья, типа применяемого головного оборудования и места операции торцовки в технологическом процессе каждая необрезная доска раскраивается индивидуально с учетом ее формы, размеров и качественного состояния. Выполнение этих операций, в особенности торцовки, связано с оценкой качества доски. Элементы оценки качества доски входят и в операцию обрезки, но в этом случае оценка качественного состояния древесины носит не доминирующий, а сопутствующий характер.

Теоретические аспекты раскрова необрезной доски были до последнего времени менее ясным разделом общей теории раскрова пиловочного сырья и исчерпывались в основном известным решением для прямой необрезной доски, пласти которой ограничена параболой. Более подробно разработана теория раскрова необрезных досок на заготовки в работах П.П. Аксенова, Ф.Л. Фишкиной, Д.А. Филиппова, В.М. Сытенкова, В.В. Кислого (ВНИИдрев), К.С. Худина, Ю.М. Бенько (УкрНИИМОД), С.Н. Рыкунина (МЛТИ).

За рубежом вопросы оптимизации раскрова необрезных досок на заготовки исследовались Х.А. Хубером (Великобритания), Р.Дж. Томасом, Г.Х. Энглертом и Д.Е. Данмайером (США). Отдельные аспекты раскрова необрезной доски при производстве товарных пиломатериалов рассмотрены в работах Я.Л. Колтунова (ЦНИИМОД), Л.З. Лурье (АЛТИ), В.Г. Турушева (ЦНИИМОД), А.Н. Ронканена (Финляндия), И.Б. Флэнна, Ф.М. Лэмба, Р.В. Нейлсона (США).

В последнее время в связи с необходимостью автоматизации управления и оптимизации процессов лесопиления вновь возрос интерес к теории раскрова необрезной доски. Высказываются, в частности, мнения, что обе операции — обрезку и торцовку — необходимо рассматривать в комплексе, принимая решение по варианту раскрова сразу на два этапа раскрова (А.Г. Фортон, А.Юхансон, Л.Ёрнед). Возможность реализации этого предложения сейчас сомнительна из-за связанной с этим перестройки технологического процесса, однако при переработке теоретических вопросов раскрова необрезных досок целесообразность единого подхода к обеим операциям бесспорна.

В настоящее время не вызывает возражений, что модель необрезной доски, принятая в теории раскрова пиловочного сырья, отвечает требованиям планирования массовой переработки пиловочника и ограниченно применима для обоснования закономерностей и методов раскрова самой необрезной доски. Следовательно, необходима новая модель или модели, учитывающие вариацию параметров доски и пригодные для моделирования операций обрезки и торцовки.

Установим основные отправные положения, предопределяющие характер таких моделей. Совокупность досок, поступающих к обрезному станку, характеризуется вариацией размеров и качественного состояния. Исследования ЦНИИМОДа подтверждают, что вариация качественного состояния оказывает ограниченное влияние на оптимальный вариант обрезки, основную роль здесь играют форма пласти и размеры.

При операции оценки качества и поперечного раскрова пиломатериалов на первый план выходит вариация качественного состояния и размеров, поскольку операция обрезки формирует сечение доски по ширине и тем самым исключает изменение формы пласти. Если бы форма бревна точно соответствовала модели, размеры бревен точно определены,

ошибки в ориентировании бревен при распиловке на головных станках полностью исключены, как и при однородном качестве древесины (хотя бы для одного бревна), то раскрой досок существенно упростился бы.

Поскольку влияние указанных причин полностью устраниТЬ нельзя, а их совокупное влияние носит стохастический характер, можно прийти к выводу, что в основе рассматриваемых операций раскroя лежит раскрытие неопределенностей, обусловленных вариацией формы, размеров и качественного состояния необрезной доски. Следовательно, для того чтобы промоделировать операции раскroя необрезной доски, необходимо, во-первых, определить характер и диапазон вариации интересующих нас параметров, во-вторых, составить их математическое описание и, в-третьих, найти методы раскрытия неопределенностей, обусловленных индивидуальными особенностями каждой доски.

Сложность задачи математического моделирования раскroя необрезной доски состоит в том, что ни один из перечисленных выше этапов нельзя выполнить в отрыве друг от друга. Для изучения и описания вариации формы, размеров и качества доски следует выбирать методы раскрытия неопределенностей, основываясь на особенностях выполнения операций раскroя необрезной доски, т.е. учитывая механизм (хотя бы гипотетический) принятия оператором решения относительно того или иного варианта раскroя. Неэффективность известных положений теории раскroя необрезной доски, а также рекомендации по выбору оптимального варианта раскroя во многом объясняется не только отсутствием адекватных моделей, но и тем, что предмет обработки рассматривался в отрыве от характеристик и возможностей звена управления — человека. Последние исследования советских и зарубежных авторов показали, однако, что информативная загрузка оператора, управляющего раскroем древесины, весьма высока и по некоторым данным близка к предельной.

Как мы установили, сущность операций раскroя необрезной доски состоит в раскрытии неопределенностей, обусловленных вариацией формы, размеров и качества. Другими словами, поскольку каждой доске, поступающей к станку, соответствует какой-то определенный оптимальный вариант раскroя, то человек или машина, управляющие операцией, должны обеспечить четкую идентификацию этого варианта, основываясь на признаках доски. Задачи в подобной постановке относятся к одному из разделов кибернетики — статистической теории распознавания образцов. Рассмотрим вкратце статистическую модель распознавания и ее интерпретацию применительно к операциям обрезки и торцовки.

В теории распознавания имеют дело с некоторым набором классов, каждый из которых характеризуется общностью определенных признаков (так называемый алфавит классов). Каждый из классов этого множества включает в себя некоторое число конкретных объектов, называемых реализациями, или сигналами. Совокупность конкретных

значений признаков представляет собой описание реализации (сигнала). Если, оперируя понятиями теории распознавания, перейти к рассмотрению операции обрезки, то сразу же обнаруживается, что алфавит классов здесь составит сетка стандартных размеров, признаками будут форма пласти, размеры доски и качественное состояние древесины. Сочетание размеров доски, формы пласти и качества составит в каждом отдельном случае конкретную реализацию, которую необходимо отнести к определенному классу (стандартной ширине). Характер изменения признаков в этом случае и дискретный (форма пласти), и непрерывный (размеры, качество).

Для операции торцовки алфавит классов очень велик и составлен сочетаниями групп качества и стандартных длин, признаками являются качество и размеры. Сложность в данном случае определяется тем, что качество само по себе распадается на ряд признаков, причем их изменение носит смешанный характер (для размеров пороков — непрерывный, для их количества — дискретный). На основании оценки признаков каждой реализации (доски) ее необходимо отнести к определенному классу (стандартной длине при соответствующей группе качества).

Даже из рассмотрения этих основных положений становится ясной целесообразность подхода с позиций теории распознавания образцов при моделировании операций раскroя необрзной доски. В связи с этим можно наметить направления дальнейших экспериментальных работ по этой проблеме. Прежде всего необходимо изучить вариацию основных признаков необрзной доски. Форма пласти доски детально изучена в работах советских и зарубежных авторов.

Исследования Ю.В. Львова (ГКБД, г. Вологда) показали, что местные отклонения кромки от математической модели доски в функции ее длины описываются случайной центрированной функцией, реализующей случайный стационарный процесс. Тем самым доказана целесообразность дальнейшего уточнения математической модели, описывающей форму пласти необрзной доски.

Несколько иное положение сложилось с изучением вариации качества. Имеющиеся материалы не дают возможности перейти к общему описанию вариации качества и выявлению характеристик этого признака. Следовательно, необходима постановка специальных экспериментальных исследований, направленных на выявление закономерностей изменения качественного состояния по длине необрзной доски. Методика таких исследований должна быть разработана с учетом положений теории распознавания образцов, а обработка результатов наблюдений должна выполняться с целью определения характеристики случайного процесса изменения качественного состояния древесины по длине доски.

Несколько слов о структуре систем управления операциями раскroя необрзной доски. Выполненные ранее исследования позволили сделать вывод о возможности полной автоматизации управления операций

обрезки пиломатериалов, и сама задача сейчас находится в стадии технического разрешения. Полная автоматизация управления операцией торцовки пока проблематична — отсутствуют способы выявления качественной неоднородности по длине доски. Можно предполагать, что моделирование операций торцовки позволит выявить оптимальную стратегию выбора вариации раскюра и даст основание для наилучшего распределения функций между человеком и машиной.

Подобные проблемы возникают при моделировании других операций раскюра сырья в лесопилении, поэтому следует еще раз подчеркнуть значение организационных и технологических методов повышения однородности потоков сырья и пиломатериалов как средства снижения вариативности и упрощения задач управления процессами.

Остановимся еще на одном аспекте постановки исследований в области АСУТП лесопиления. Опыт автоматизации в лесопилении показал, что создание оригинальных систем автоматики, ориентированных на конкретную машину или установку, как правило, не приводит к успеху: любое серьезное изменение в схеме технологического оборудования вызывает полную переделку системы управления, а это приводит к затягиванию сроков проектирования новой техники, которая морально стареет уже на стадии освоения. Более того, теперь, когда система управления крупной технологической установкой по стоимости сопоставима с самим объектом, недопустимо каждый раз начинать проектирование вновь, затрачивая на это время и средства.

Следовательно, необходимо идти по пути типизации технических средств АСУТП и использовать типовые блочные решения при проектировании систем управления технологического оборудования. Основой для такой типизации должны быть "Системы машин и оборудования для лесопильных предприятий". Фактически речь должна идти о создании системы технических средств АСУТП лесопиления, которая составной частью входит в систему технических средств АСУТП лесной промышленности.

Проведенные автором исследования показали, что для лесопиления необходимо разработать 9 типов измерительных преобразователей (датчиков), 11 типов устройств контроля и 9 типов управляющих устройств, причем при использовании универсальных управляющих мини-ЭВМ и соответствующем математическом и программном обеспечении число управляющих устройств может быть сведено к 1—2 типам. Такой подход к разработке АСУТП оправдан еще и тем, что позволяет резко повысить серийность используемых технических средств. Нельзя также сбрасывать со счетов и преимущества эксплуатации однотипных технических средств на лесопильных предприятиях, что чрезвычайно важно при подготовке кадров для обслуживания АСУТП.

## 2.9. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СЫРЬЕ И ПИЛОПРОДУКЦИЮ

Совершенствование нормативно-технической документации (НТД), будучи одним из способов повышения однородности потоков пиломатериалов, должно в первую очередь обеспечивать рациональное использование древесины в процессе производства и потребления. Для выполнения этой задачи необходимо гарантировать потребителю получение пилопродукции требуемых размеров и качества.

Введенный 1 января 1981 г. ГОСТ 24454-80Е на размеры хвойных пиломатериалов позволил сократить число сечений, вырабатываемых на лесопильных предприятиях. Проведенное П.Ф. Куроптевым (ЦНИИМОД) обследование предприятий показало, что унификация стандартных размеров пиломатериалов, вырабатываемых по ГОСТ 8486-86Е и ГОСТ 26002-83Э не решает полностью проблему резкого уменьшения планируемых к производству сечений пиломатериалов, так как на предприятиях широко практикуется выпиловка пиломатериалов нестандартных размеров, предназначенных для изделий деревообработки. Размеры деталей оконных и дверных блоков, применяемых в малоэтажном деревянном домостроении, устанавливаются шестью стандартами, причем лишь 70 % деталей могут быть получены из пиломатериалов стандартных размеров. Размеры подоконных досок, фрезерованных деталей, балок регламентируются тремя стандартами и только 55 % этих деталей по размерам согласуются с пиломатериалами. В целом размеры деталей для строительства устанавливаются 17 стандартами, где предусмотрено 121 сечение.

Отраслевая система унификации, разработанная для мебельного производства, имеет 65 сечений деталей мебели для хвойных пород и 100 сечений для лиственных. Размеры деталей тары установлены в 40 нормативно-технических документах и насчитывают 117 сечений. Можно сделать вывод о том, что любые попытки административным путем сократить размерную сетку пиломатериалов не дадут положительного эффекта, пока не будут переработаны проекты изделий из древесины.

Приходится учитывать тот факт, что появление большого числа размеров деталей объясняется прежде всего стремлением снизить древесиноемкость изделий, как правило, за счет уменьшения сечения. При этом достигается экономичность проекта, но зачастую страдают потребительские свойства изделия. Известно, например, что неоправданное уменьшение сечения деталей оконных переплетов и обвязки дверных полотен, замена массивных филенок плитными материалами без изменения конструкции окон и дверей привели к резкому снижению качества этих столярно-строительных изделий.

Необходимо критически рассмотреть все проекты изделий из древе-

сины (и с применением древесины) и перейти к унификации размеров деталей как основе для унификации размеров пиломатериалов. Не следует, на наш взгляд, увлекаться параметрическими рядами и переносить на древесину закономерности размерообразования, принятые в машиностроении. При подобном подходе, как, например, в шведской системе "7", формируется внешне логически стройная размерная сетка, обеспечивающая экономичность вторичного раскроя пиломатериалов, но полностью игнорирующая остальные фазы цикла производство — потребление.

Изучение размерных характеристик пиломатериалов, вырабатываемых предприятиями Минлеспрома СССР, показало, что существует довольно ограниченная совокупность размеров, которую предпочитают потребители. Оказалось, что толщины 22–25 мм и 40–50 мм составляют в общем объеме 65–66 % (рис. 22), а ширины 100–150 мм более 70 % (рис. 23). Если учесть, что все остальные размеры могут быть получены путем деления или склеивания, то целесообразно на перспективу ограничиться 12 сечениями в качестве основных. Выработка пиломатериалов

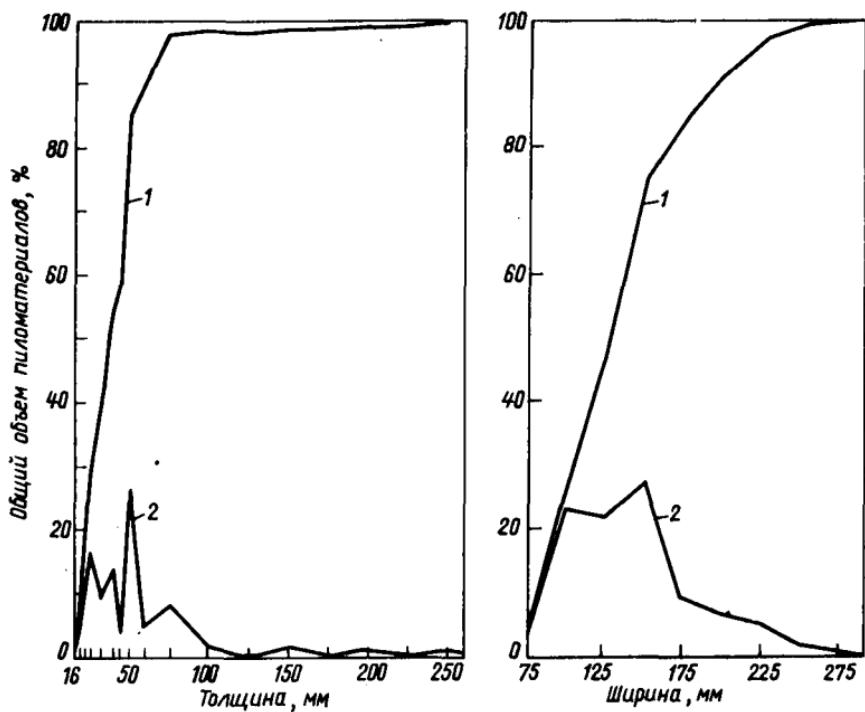


Рис. 22. Распределение пиломатериалов по толщинам:  
1 — кумулята; 2 — встречаемость различных толщин

Рис. 23. Распределение пиломатериалов по ширинам:  
1 — кумулята; 2 — встречаемость различных ширин

других сечений не исключается полностью и может выполняться при условии дополнительных надбавок к оптовой цене.

Одной из основных проблем совершенствования нормативно-технической документации на пилопродукции является изменение подхода к оценке качества. Недостатки действующих стандартов в этом отношении широко известны. Будучи ориентированы на визуальное обнаружение пороков и дефектов, они в то же время плохо учитывают возможности зрительного аппарата человека и его способность к переработке информации. Например, ГОСТ 8486-86 Е регламентирует 11 пороков древесины и 6 дефектов обработки, из них 2 нормируются и по степени развития, и по количеству.

При сортировке пиломатериалов в производственном потоке едва ли возможно различить, распознать и оценить все пороки и дефекты, поэтому браковщики, как правило, сосредоточивают внимание на трех-четырех наиболее часто встречающихся пороках и дефектах (сучки, гнили, окраски, обзол), характерных для данной породы древесины и сечения пиломатериалов. Фактически здесь можно говорить о стихийном выделении ведущих показателей качества из всей совокупности нормативов, установленных стандартом. Практика подтверждает целесообразность разделения показателей качества пилопродукции на потребительские и производственные [4] с изменением самого подхода к разделению пиломатериалов на сорта.

В отечественных стандартах и технических условиях придерживаются такого принципа в нормировании уровня пороков и дефектов, когда для более низкого сорта по сравнению с высшим требования к качеству снижаются практически по всем нормируемым порокам и дефектам. Для такой системы идеалом является доска, не имеющая видимых дефектов и пороков, т.е. увеличенный аналог чистого образца. Подразумевается, что чем выше сорт доски, тем технически шире возможная область ее использования и, напротив, с понижением сортности происходит сужение области применения пиломатериалов. Однако это не единственный подход к классификации пилопродукции. В США, например, все пиломатериалы в зависимости от области применения и технологии вторичного раскroя и обработки делятся на три группы.

К первой группе относятся пиломатериалы для строительства, подвергаемые раскрою по длине на крупные детали и в некоторых случаях — чистовой обработке строганием; ко второй — пиломатериалы, перерабатываемые на детали средних и мелких размеров для мебельного, столярно-строительного производств; третью группу составляют пиломатериалы, из которых путем вырезки дефектов и прирезки по ширине для удаления обзола получают заготовки для изготовления kleевых конструкций.

Подобная классификация позволяет достаточно гибко нормировать качество древесины, поскольку для пиломатериалов каждой из групп

понятие качества интерпретируется по-своему. Если для пиломатериалов, применяемых в строительстве, степень развития пороков древесины, безусловно, является значимой, то для пиломатериалов второй и третьей групп существенен не размер пороков, а их локализация.

При совершенствовании нормативно-технической документации следует исходить из конечного назначения деталей и изделий, вырабатываемых из пиломатериалов, условий их эксплуатации, наконец, соотношения размеров пиломатериалов и деталей (изделий). Размеры пиломатериалов могут соответствовать размерам деталей (изделий), могут быть больше или меньше их. В тех случаях, когда размеры пилопродукции равны или кратны (с учетом припусков на обработку) размерам деталей, а качество соответствует требованиям, предъявляемым к деталям, следует говорить уже не о пиломатериалах, а о заготовках. В перспективе целесообразно прогнозировать переход на поставку потребителям заготовок, так как этот вид пилопродукции обеспечивает малоотходную технологию изготовления деталей.

За основу при установлении требований к качеству пиломатериалов и заготовок следует принять назначение вырабатываемых из них деталей и изделий. По выполняемым функциям детали из древесины можно разделить на несущие, ограждающие и отделочные. Не исключается, однако, что одна деталь может выполнить две, а то и все три функции. Для несущей детали основным показателем качества служат прочностные характеристики, для ограждающей — целостность, а для отделочной — внешний вид.

С учетом условий эксплуатации и нормируемого срока службы изделия или сооружения из древесины можно сформулировать требования к деталям, заготовкам и пиломатериалам соответствующего назначения по прочности, биоповрежденности, отклонениям формы, состоянию поверхности и т.д. В этом случае распределение пилопродукции по сортам не будет сопровождаться одновременным изменением требований по всем показателям качества. При условии разделения показателей качества на потребительские и производственные это создает предпосылки для создания автоматизированных систем оценки качества пиломатериалов и заготовок.

Совершенствование нормативно-технической документации на пиловочное сырье должно быть подчинено повышению эффективности всего цикла производства — потребление, а не отдельных его фаз. Для этого стандарты должны регламентировать в первую очередь распределение сырья по назначению в зависимости от его размерно-качественных характеристик. Действующие ГОСТ 9463-72 и ГОСТ 9462-71 на круглые лесоматериалы хвойных и лиственных пород номинально разделяют все сырье на 4 сорта и 3 размерные группы, которые в различных сочетаниях перерабатываются в различных производствах. Фактически с учетом дополнительных требований и условий лесоснабжения стандарты

допускают поставку сырья любого качества, особенно для массовых потребителей.

Прямое сопоставление требований к качеству пиловочного сырья хвойных пород в разных странах затруднительно из-за различия в породах, особенностей их произрастания, различного соотношения сортобразующих пороков, специфики заготовки и поставки сырья и т.п. В Скандинавских странах не обращают внимание на такие пороки, как заболонные грибные окраски, червоточина, двойная сердцевина, но оговаривают допустимую ширину годовых слоев, хотя и не нормируют этот показатель у сырья.

Кроме того, во многих зарубежных странах нет стандартов на пиловочное сырье в нашем понимании этого документа. Это скорее руководство для определения ценности сортиментов (Швеция), в том числе и не предназначенных для переработки, правила для регламентации торговли лесоматериалами (Финляндия), рекомендации о допустимости или нежелательности тех или иных пороков с точки зрения их влияния на качество пилопродукции (Канада). Очевидно, поэтому не существует и документа ИСО по хвойному пиловочнику, во всяком случае в "Перечне отечественных НТД, международных и иностранных стандартов. Лесоматериалы круглые" нет сведений о таких документах, хотя зарубежные стандарты (США, страны СЭВ) на термины и определения по порокам древесины туда включены.

Имеющиеся в технической литературе сведения по уровню требований к качеству пиловочного сырья хвойных пород сведены в табл. 25. Принята следующая система записи: в виде дроби указываются требования, соответствующие лучшему (числитель) и худшему (знаменатель) сортам лесоматериалов, через точку с запятой приведены требования к средним (диаметром 14–24 см) и крупным (диаметром 26 см и более) бревнам, сокращение НДП означает "не допускается" (обозначение, принятое в нормативных документах СССР). Приведенные в табл. 25 данные показывают, что в отечественном ГОСТ 9463–72 требования к качеству сырья ослаблены (особенно по экспортному пиловочнику) по допуску сучков, гнилей и кривизны, т.е. по тем порокам, которые, в основном, определяют количественный и качественный выход пилопродукции.

Немаловажно и то, что система цен на круглые лесоматериалы плохо стимулирует рассортировку сырья по назначению (разница в ценах, например на балансы и пиловочник, несущественна), а в ряде случаев отдает предпочтение сырью для ЦБП. Можно сделать вывод о том, что действующая нормативно-техническая документация и прейскуранты на круглые лесоматериалы уже не способствуют рациональному распределению древесного сырья.

Рассматривая направления совершенствования стандартов на сырье для производства пиломатериалов, не следует переоценивать возмож-

ности управления качеством круглых лесоматериалов вообще. С одной стороны, качественные особенности древостоя точно предсказать невозможно, с другой стороны, задача лесозаготовок и лесоперерабатывающих производств состоит в рациональном использовании всей биомассы заготавливаемой древесины. Следовательно, цель и нормативно-технической документации, и системы цен состоит в обеспечении рационального, экономически оправданного распределения ресурсов древесины с учетом конечной продукции, а не с точки зрения получения максимального выхода какого-то сортимента или круглых лесоматериалов вообще.

Нормативно-техническую документацию на пиловочное сырье невозможно разрабатывать в отрыве от НТД на круглые лесоматериалы другого назначения; в то же время не следует стараться свести в одном документе всех потребителей, достаточно учесть лесоперерабатывающие отрасли (фанерное, лесопильное, плитное производство; ЦБП), которые потребляют основную массу древесины и способны в комплексе использовать всю биомассу ствола дерева.

Можно выделить несколько положений стандартизации пиловочного сырья, а именно: сокращение числа длин пиловочных бревен; ограничение кривизны в зависимости от групп диаметров, а не от длины бревна; качественное ограничение пиловочного сырья от других сортиментов; допуск развитых гнилей только в бревнах длиной не менее 5–6 м; ограничение максимально допустимого диаметра для пиловочника хвойных пород; при поставке сырья в хлыстах следует разрешить лесопильным предприятиям раскряжевку в соответствии со спецификацией продукции даже с отступлениями от действующей НТД.

Перечисленные предложения позволяют упростить отсортовку пиловочника при раскряжевке, повысить эффективность переработки древесины и создать предпосылки для применения высокопроизводительного лесопильного оборудования:

## **2.10. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦЕН НА СЫРЬЕ И ПРОДУКЦИЮ ЛЕСОПИЛЕНИЯ**

Система цен на сырье и продукцию лесопиления, безусловно, один из важнейших факторов, определяющих технико-экономические показатели производства, в первую очередь его рентабельность. Как известно, цены на пиловочное сырье, пилопродукцию и технологическую щепу периодически пересматриваются, что и является основной причиной роста средних отпускных цен. Например, по сравнению с 1970 г. средние цены на пиловочное сырье в 1985–1986 гг. увеличились по этой причине в 1,4–1,5 раза, оставаясь практически стабильными в период действия одного прейскуранта.

**25. Требования НТД к размерно-качественным характеристикам  
хвойного пиловочного сырья по странам**

Показатель	СССР		Финляндия	Швеция	Канада
	Экспорт	Внутренний рынок			
Диаметр в вершине, см	14 и более	14 и более	17 и более	13 и более	20 – 152
Длина, м	3,9 – 7,5	4 – 6,5	4,3 – 6,1	3,1 – 6,1	2,44 и более
Градация по длине, м	0,3	0,5	0,3	0,3	0,305
Количество сортов	3	4	–	4	–
Максимально допускаемые сучки, мм:					
здоровые	10; 15 80 100	10; 15 80 Не ограничиваются	50; 70	НДП; 45 75–100	Не рекомендуются
табачные	НДП	НДП	25; 35	Допускаются отдельные небольшие	НДП
заросшие	20 Вздутие 10 мм	50 Вздутие 10 мм	–	–	Не рекомендуются
пасынок	Не ограничиваются НДП	Не ограничиваются НДП	40; 55	–	То же
Допускаемые грибные поражения:					
грибные ядовитые пятна и полосы	0,25	0,25	–	–	НДП
ядровая гниль	Допускаются НДП 0,25 0,2	Допускаются НДП 0,25 0,33	НДП	НДП Допускаются пятна	То же

заболонная гниль	НДП 0,05	НДП 0,1	НДП	То же	—“—
наружная трухлявая гниль		Не допускается	НДП	—“—	—“—
заболонные грибные окраски	0,05	0,05	—	—	—“—
	0,01	Допускаются			
Червоточина	НДП	НДП	—	—	Не рекомендуется
	5 шт/м	10 шт/м			
Трешины:					
все разновидности, кроме наружных боковых и торцевых от усушки	Вырезка 1/3	Вырезка 1/3	—	НДП	То же
наружные боковые от усушки	Допускаются глубиной: 0,05	0,05	Допускаются неглубокие	Допускаются неглубокие	—“—
	0,2	0,2			
торцевые от усушки	Не допускаются более длины припуска/диаметра, %		То же	То же	—“—
Кривизна:					
простая	1 1,5; 2	1 2; 2	3; 6 см	1 %	Не рекомендуется
сложная	0,5 0,75; 1	0,5 0,75 1 1	—	—	—
Наклон волокон	0,33 d/м	0,33 d/м	—	—	Не рекомендуется
Двойная сердцевина	Допускается НДП	Допускается НДП	—	—	—
Заруб, запил, скол, отщеп, вырыв	Допускается Не допускается глубиной более 0,1	Допускается Не допускается глубиной более 0,1	—	—	—
		Допускается			

**Средние оптовые цены на пиловочное сырье, р. за 1 м<sup>3</sup>,  
по предприятиям Минлесбумпрома СССР**

Годы	1970	1975	1980	1985	1986
Пиловочное сырье хвойных пород	16,64	17,08	17,28	25,66*	25,29
Пиловочное сырье лиственных пород	13,29	11,65	12,52	18,43	18,37

\* Оптовые цены на сырье повышены с 1 января 1982 г.

Соответственно изменились и средние отпускные цены на пиломатериалы (табл. 26), рост которых за тот же период составил 40–60 %.

Подобная картина наблюдается в динамике средних цен реализации на технологическую щепу, приведенных ниже:

Годы	1970	1975	1980	1985	1986
Цены на щепу, р. за 1 м <sup>3</sup> :					
технологическую	11,22	12,95	15,70	19,64	19,70
в том числе для ЦБП	12,83	14,56	17,18	22,02	22,10

Несмотря на систематически предпринимаемое регулирование цен, рентабельность производства пиломатериалов ежегодно снижается, по технологической щепе также имеет место тенденция снижения рентабельности, хотя и слабо выраженная (табл. 27).

Низкая рентабельность производства пиломатериалов, особенно в сравнении с технологической щепой, объясняется целым рядом причин, среди которых наиболее значимые – снижение объемов производства по предприятиям Минлесбумпрома СССР, невыгодная структура пиломатериалов, особенно хвойных пород, и условность, а в ряде случаев и произвольность отнесения и распределения затрат. Тенденция к сни-

**26. Средние оптовые цены на пилопродукцию, р. за 1 м<sup>3</sup>,  
по предприятиям Минлесбумпрома СССР**

Пиломатериалы	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1986 г.
Хвойных пород	42,72	44,69	49,35	68,69*	68,08
В том числе:					
экспортные	57,67	61,29	71,05*	92,79	93,93
обрезные внутрисоюзного потребления	38,28	40,38	41,74	57,59	56,96
необрезные внутрисоюзного потребления	33,35	34,62	36,17	47,17	46,53
Лиственных пород	25,42	27,50	28,66	40,19	39,32

\* Цены на экспортные пиломатериалы повышены в 1978 г.

\*\* Цены на все пиломатериалы повышены в 1982 г.

**27. Рентабельность производства пиломатериалов и технологической щепы по предприятиям Минлесбумпрома СССР, %**

Вид продукции	1982 г.	1984 г.	1986 г.
Пиломатериалы	8,9	5,9	3,2
В том числе:			
хвойные	9,4	6,3	3,5
экспортные	7,5	4,3	1,3
мягкие лиственнице	4,7	3,2	1,3
Технологическая щепа	19,5	17,5	20,8
В том числе для ЦБП	20,6	18,9	21,8

жению рентабельности технологической щепы также объясняется ухудшением ее структуры за счет увеличения удельного веса щепы лиственных пород и смешанной поставки. Однако влияние этого фактора практически затушевывается положительной динамикой в объемах производства щепы и особенно ростом поставки технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства.

Механизм воздействия объема производства в натуральном исчислении на рентабельность достаточно ясен: изменение удельного веса условно-постоянной части расходов прямо влияет на себестоимость единицы продукции, увеличивая или уменьшая ее. Изменения в структуре продукции в свою очередь влияют на объемы производства в стоимостном выражении за счет реализации в оптовых ценах на различные сортименты, сорта и виды продукции.

В распределении затрат по видам, сортам и сортиментам продукции существуют трудности объективного и субъективного характера. Не исключено, что эти трудности присущи не только лесопильному производству, однако для рассматриваемой отрасли они проявляются очень специфично, затрудняя экономически грамотную оценку деятельности предприятий. Дело в том, что в современном лесопилении практически одновременно из одного и того же сырья вырабатывается несколько видов продукции, причем потоки по выработке разных видов продукции частично или даже полностью совмещены. Поскольку в таких условиях невозможно обеспечить теоретически распределение затрат сырья, энергии и труда на все виды вырабатываемой продукции, приходится прибегать к методическим упрощениям, снижающим достоверность расчетов, составляющих статистическую основу для определения уровня общественно необходимых затрат, а следовательно, и цен на продукцию.

К субъективным факторам, влияющим на распределение затрат, следует отнести наличие на предприятиях нескольких независимых фондов экономического стимулирования и, соответственно, нескольких фондообразующих источников, что побуждает предприятия манипулировать затратами, искусственно повышая рентабельность одних видов продукции за счет других. В конечном счете можно говорить

о том, что действующая система цен на сырье и продукцию лесопиления лишь ограниченно стимулирует рациональное использование древесины.

С переходом на самофинансирование и самоокупаемость и с вводом в действие договорных цен многие из этих проблем будут разрешены сами собой. Рассмотрения требует вопрос об уровне и соотношении цен на продукцию различных видов, выпускаемую лесопильными предприятиями. Во-первых, следует учесть, что вместе с прогнозируемыми увеличениями цен на все виды природных ресурсов и энергии будет увеличена попённая плата, а следовательно, и цены на Пиловочное сырье. Поскольку расход сырья в перспективе должен увеличиваться, то эта статья затрат должна резко возрасти. Во-вторых, заработка плата в отраслях лесопромышленного комплекса будет и в дальнейшем повышаться в порядке компенсации за особые условия работы, удаленность, тяжелый климат. На компенсацию повышения стоимости труда потребуется 70–80 % экономии, полученной за счет повышения производительности труда, поэтому нельзя рассчитывать на резкое уменьшение этой статьи себестоимости.

При подобных обстоятельствах можно закономерно ожидать увеличения цен на продукцию лесопиления, тем более что необходимость повышения нормативной рентабельности обусловлена самим переходом на самофинансирование. По экспертной оценке по совокупности этих воздействий оптовые цены на пиломатериалы, например, к 1990 г. должны возрасти как минимум на 40–50 % вместо ранее ожидавшихся по прогнозу 8–10 %.

Неопределенность уровня затрат на перспективу и состояние теории ценообразования не позволяют сейчас хотя бы вчерне предсказывать возможные значения цен, можно лишь наметить основные положения будущей системы цен на продукцию лесопиления. Прежде всего целесообразно установить (по регионам) минимальный уровень оптовых цен на все виды пилопродукции, положив в основу прогрессивную шкалу ценностных коэффициентов для всего диапазона продукции (пиломатериал — заготовка — деталь). Если минимальный уровень оптовой цены может базироваться на общественно необходимых затратах и нормативной рентабельности, то значения ценностных коэффициентов должны учитывать потребительскую ценность продукции, а не увеличение затрат на повышение глубины обработки. Верхний предел цены в этом случае не устанавливается и представляется на усмотрение изготовителя и потребителя.

Механизм формирования цен на прочие виды продукции (технологическую щепу, опилки, отходы окорки и т.д.) может оставаться таким же, однако здесь целесообразно ограничить предел цены, дифференцировав ее по сортам. Предлагаемый вариант может вызвать возражения, поскольку он внешне противоречит концепции договорной цены, однако следует помнить о том, что основная продукция лесопильной промыш-

ленности — пиломатериалы и заготовки, которые необходимы народному хозяйству и не могут быть выработаны какой-то альтернативной отраслью. Следовательно, не только системой государственных заказов, но и системой цен необходимо стимулировать выработку основной продукции и не полагаться на здравый смысл изготовителя и потребителя.

## ГЛАВА 3

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Разработка новой технологии и оборудования, создание новых видов продукции, совершенствование нормативно-технической документации, а также системы цен на сырье и продукцию, безусловно, необходимые условия научно-технического прогресса в лесопилении. Однако сами по себе они не обеспечивают и не гарантируют автоматическое повышение технического уровня производства, хотя такой однобокий, "технический" подход довольно широко распространен среди инженерно-технических работников. Это проявляется прежде всего в обилии всякого рода программ технического перевооружения и развития, направленных на насыщение предприятий новой техникой и замену устаревшего оборудования вне связи с организацией производства и другими вопросами, характерными для конкретного предприятия, а не для отрасли в целом.

Между тем особенности работы потребителя научно-технической продукции — сырьевые, кадровые, организационные — могут иметь решающее значение для повышения технического уровня производства. А.В. Собровин [27], рассматривая закономерности развития научно-технического прогресса, выделяет так называемый инновационный цикл, представляющий собой взаимосвязанную последовательность этапов от фундаментальных исследований до потребления новой техники, технологии и продукции. Сопоставляя значимость отдельных этапов цикла, А.В. Собровин приходит к выводу, что фактическая экономическая эффективность проявляется только на стадии использования научно-технической продукции, а все предшествующие стадии научно-технического прогресса несут в себе лишь потенциальную эффективность. Именно поэтому техническая политика вообще и задания по новой технике, планируемые сверху без учета объективных обстоятельств, никогда не давали ожидаемого эффекта даже при условии их выполнения. Примером может служить развитие агрегатной переработки пиловочного сырья — признанного на мировом уровне направления научно-технического прогресса в лесопилении.

По данным ЦНИИМОДа (В.А. Крупин) в 1986 г. объемы агрегатной переработки пиловочного сырья выросли по сравнению с 1975 г. более чем в 5 раз (табл. 28). В то же время плановые задания по освоению

**28. Динамика освоения агрегатного метода переработки  
пиловочного сырья на предприятиях Минлесбумпрома СССР**

Годы	Объемы переработки сырья агрегатным методом, тыс. м <sup>3</sup>		Фактический объем перера- ботки, % к 1975 г.	Удельный вес агрегатного ме- тода переработ- ки сырья в об- щем объеме, %
	план	факт		
1975	700	870	100	1,5
1976	1200	1118	128	1,9
1977	1900	1560	179	2,4
1978	2500	1764	203	2,7
1979	2400	1610	185	2,6
1980	3000	1608	185	2,7
1981	3100	1880	216	3,2
1982	3600	2332	268	4,0
1983	3600	2757	317	4,6
1984	4600	3165	364	5,5
1985	4100	4122	474	6,9
1986	4185	4599	528	7,1

этой технологии были выполнены за этот период только трижды (в 1975, 1985 и в 1986 гг.), хотя во всех случаях план был обеспечен мощностями установленного оборудования.

По мнению В.А. Крупина, основными причинами низких темпов освоения передовой технологии агрегатного лесопиления являются: необеспеченность сырьем, вызванная в некоторых случаях нерациональным размещением агрегатного оборудования по регионам страны и предприятиям, а также отсутствие на большинстве предприятий установок для сортировки сырья по диаметрам; низкий коэффициент сменности и большие внутрисменные простои эксплуатируемого оборудования; недостаточно квалифицированный монтаж, наладка и обслуживание агрегатного оборудования; отсутствие централизованного изготовления качественного режущего инструмента.

Основная часть перечисленных причин относится к недочетам организации производства и характерна практически для всех предприятий. Действительно, среднесменная производительность по распилу сырья даже в Северо-Западном регионе, где агрегатное оборудование работает наиболее эффективно, различается по предприятиям в 1,5–2 раза. В 1986 г. для линий ЛАПБ этот показатель колебался от 78 до 170 м<sup>3</sup> в смену, а для фрезерно-бронзирующих линий – от 78 до 177 м<sup>3</sup> в смену. Для сравнения заметим, что во время рекордной распиловки, проведенной на Архангельском ЛДК № 3, было переработано 2870 бревен диаметром 18 см, что составило 503,3 м<sup>3</sup> за смену. Конечно, было бы неправомерным использовать рекордный уровень в качестве планового норматива, однако проведенные ЦНИИМОДом (В.А. Крупин) расчеты показали, что при нормальной организации производства имеющийся

**29. Структура затрат на переработку 1 м<sup>3</sup> сырья на лесопильных рамках и ЛАПБ на ЛДК им. В.И. Ленина**

Статьи затрат	Лесопильные рамы	
	1985 г.	1986 г.
Энергия	0,22/3,9	0,19/3,5
Заработка плата:		
основная	1,52/26,6	1,5/28,3
дополнительная	0,13/2,3	0,12/2,3
Отчисления на социальное страхование	0,13/2,3	0,12/2,3
Амортизация	0,16/2,8	0,15/2,9
Расходы на содержание оборудования	0,77/13,4	0,71/13,4
Транспорт	0,32/5,6	0,36/6,7
Цеховые расходы	0,63/10,9	0,49/9,3
Общезаводские расходы	1,84/32,2	1,65/31,3
Фабрично-заводская себестоимость	5,72/100	5,29/100

Продолжение

Статьи затрат	ЛАПБ	
	1985 г.	1986 г.
Энергия	0,11/6,6	0,10/5,3
Заработка плата:		
основная	0,32/19,2	0,34/18,1
дополнительная	0,03/1,8	0,03/1,6
Отчисления на социальное страхование	0,03/1,8	0,03/1,6
Амортизация	0,35/21	0,37/19,7
Расходы на содержание оборудования	0,17/10,2	0,34/18,1
Транспорт	0,28/16,7	0,3/16
Цеховые расходы	0/0	0/0
Общезаводские расходы	0,38/22,7	0,37/19,6
Фабрично-заводская себестоимость	1,67/100	1,88/100

Причина. В числителе — затраты, р. на 1 м<sup>3</sup> сырья, в знаменателе — удельный вес затрат, %.

парк агрегатного оборудования может обеспечить увеличение объемов переработки тоннажного сырья по крайней мере в 2 раза по сравнению с уровнем, фактически достигнутым в 1986 г.

По данным того же автора агрегатный метод дает существенную экономию затрат на переработку 1 м<sup>3</sup> сырья. Например, на ЛДК им. В.И. Ленина этот показатель для линии ЛАПБ в сравнении с лесопильными рамами в 2,8–3,4 раза ниже (табл. 29). Естественным было бы ожидать, что при таком потенциале развитие агрегатного лесопиления снизит затраты на выработку 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов и в целом по предприятиям Минлесбумпрома СССР. Однако на деле имеет место обратная тенденция: себестоимость производства пиломатериалов постоянно

### 30. Структура себестоимости пиломатериалов по Минлесбумпрому СССР

Статьи затрат, р.-к.	1982 г.	1985 г.	1986 г.	1986 г. в % к 1982 г.
Пиловочное сырье по оптовым ценам	40-88	41-20	41-45	101,4
Транспортно-складские расходы	2-92	3-14	3-23	119,6
Возвратные отходы (-)	2-80	3-34	3-49	124,6
Заработка производственных рабочих:				
основная	3-75	4-02	4-00	106,7
дополнительная	0-45	0-52	0-53	117,8
Отчисления на социальное страхование	0-32	0-35	0-35	109,8
Расходы:				
на подготовку и освоение производства	0-06	0-09	0-09	150
на содержание и эксплуатацию оборудования	3-91	4-69	4-65	118,9
цеховые	1-25	1-50	1-40	112
общезаводские	2-24	2-44	2-35	104,9
прочие производственные	0-88	1-09	1-10	125
в том числе по антисептированию пиломатериалов	0-10	0-07	0-06	60
Производственная себестоимость валового выпуска	53-86	55-71	55-66	103,3
Внутризаводской оборот	47-74	48-54	48-04	100,6
Производственная себестоимость товарного выпуска	56-49	59-29	58-67	103,8
Внепроизводственные расходы, всего	2-42	2-66	2-73	112,8
В том числе по пакетированию пиломатериалов	0-50	0-67	0-74	148
из них по формированию жестких транспортных пакетов	0-44	0-62	0-56	127,3
Полная себестоимость товарного выпуска				104,2

растет (табл. 30), причем темпы роста основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих практически совпадают с приростом производительности труда, который за 1982-1986 гг. составил 7,8 %.

Было бы неправомерным объяснять рост себестоимости только ухудшением структуры и уменьшением объемов поставки сырья, поскольку увеличение прослеживается практически по всем статьям затрат. Правильнее отнести большую часть роста материальных и трудовых затрат на недочеты в организации производства, неполное использование потенциала техники и технологии.

Подобная ситуация создалась с использованием окорочного оборудования. В настоящее время на предприятиях Минлеспрома СССР окаривается около 20 млн. м<sup>3</sup> пиловочника. Всего на балансе лесопильных предприятий находится 800 окорочных станков, из них 700 уст-

новлены и эксплуатируются. Средняя годовая выработка на станок составила 29 тыс. м<sup>3</sup> при расчетной 60–80 тыс. м<sup>3</sup> в год. На предприятиях Архангельска расчетный уровень достигнут — годовая выработка доходит до 74 тыс. м<sup>3</sup>. Нетрудно подсчитать, что при такой производительности имеющийся парк окорочных станков обеспечил бы окорку практически всего хвойного пиловочного сырья. Причины неудовлетворительного использования окорочных станков все те же — недочеты в организации технологического процесса, организации производства.

Другим примером служат трудности на пути внедрения и развития автоматизированных систем управления производством пиломатериалов. Работы советских ученых, выполненные в КарНИИЛПе, ЦНИИМОде, МЛТИ, позволяют решать на ЭВМ целый комплекс задач управления производством, включая планирование раскroя пиловочного сырья, прогнозирование выполнения плана, обеспечивающих высокий экономический эффект. Однако эксплуатация этих задач в АСУП сдерживается тем, что организация учета движения лесоматериалов на предприятиях не обеспечивает необходимую достоверность, периодичность и своевременность передачи исходной информации на ВЦ. В результате ставится под сомнение целесообразность развития АСУП, этого современного инструмента управления производством.

На лесопильных предприятиях и в объединениях до сих пор недооценивают необходимость правильной организации информационных потоков, допускают потери существенной части технологической и учетной информации, например величины и видов простоеов оборудования, подачи непоставных бревен, фактических размерно-качественных характеристик сырья и т.п.

Приведенные примеры еще раз подтверждают известный тезис о том, что применение передовой технологии в ненадлежащих условиях при плохой организации производства может не дать ожидаемого результата и даже привести к дисเครดитации этой технологии. Именно поэтому нельзя считать оправданным внедрение передовой техники и технологии, на отстающих и нерентабельных предприятиях. Во-первых, если предприятие не может использовать потенциал традиционной техники и технологии, то вероятнее всего такая же судьба постигнет и все нововведения. Во-вторых, если отставание вызвано объективными внешними факторами, то их воздействие едва ли будет полностью компенсировано за счет перевооружения. Между тем стремление к крупным техническим мероприятиям зачастую заслоняет необходимость повседневной кропотливой организационной работы, а иногда и противопоставляется ей.

Подобные перекосы характерны не только для лесопиления и в настоящее время подвергаются критике со стороны экономистов. В частности, С. Хейнман [31] считает, что характеристика современной структуры производительных сил была бы неполной без учета очень важного элемента, который образует как бы соединительную ткань, обеспечи-

вающую функционирование производства, взаимодействие производительных сил и ускорение научно-технического прогресса. Этим элементом является организация производства — многоуровневая подсистема, находящаяся на стыке производительных сил и производственных отношений. Технология определяет способы сочетания во времени и пространстве всех вещественных и личных элементов производства в процессе создания данного конечного продукта, а организация производства определяет сочетание всех вещественных и личных элементов производительных сил на производственном участке, в цехе, на заводе, в отрасли, во всем общественном производстве.

Здесь подчеркнута значимость организации производства для ускорения научно-технического прогресса не только на отраслевом уровне, но и на отдельно взятом участке производства, основной задачей которого традиционно считалось выполнение плановых заданий, а отличительной особенностью — упрощение объекта, являющегося лишь элементом в общей структуре производства. Между тем любой уровень производства имеет свои специфические особенности, которые необходимо учитывать, оценивая степень сложности организации производства.

Организация на нижних уровнях производства, особенно при освоении новой техники и технологии, вплотную смыкается с личностным отношением работника к своему труду. Здесь речь идет не только о способах регламентации деятельности работника, а и о той собирательной категории, которая в последнее время классифицируется как человеческий фактор. Не подлежит сомнению, что человеческий фактор во все времена оказывал решающее воздействие не только на освоение новой техники и технологии, но и на успешную эксплуатацию уже освоенного оборудования. Это воздействие проявляется через способность и желание человека полностью реализовать потенциал оборудования и обеспечить соблюдение технологической дисциплины. Последнее очень важно для лесопильного производства, где возможные потери в выходе продукции могут свести на нет весь эффект, полученный за счет других источников, в том числе за счет повышения производительности труда.

При сложившейся структуре себестоимости пилопродукции, когда доля сырья составляет 65–70 %, снижение выхода пиломатериалов на 1 % может быть компенсировано увеличением производительности труда на 8–10 %, а с учетом неизбежных потерь в стоимости продукции — на 20–25 %. Нетрудно подсчитать, что для компенсации потерь выхода порядка 4–5 % понадобится внедрение научно-технического мероприятия или нового оборудования, повышающих производительность труда в 1,8–2 раза, т.е. потребуются усилия на уровне технических и технологических революционных мероприятий. Конечно, потери выхода пиломатериалов в указанном размере относятся к крайнему случаю, хотя проведенные проверки показывают, что многие предприятия имеют резерв в 1–2 %, который, в основном, может быть реализован за счет повышения технологической дисциплины.

Существенны также потери производства из-за несоответствия качества продукции: 23 предприятиям, проверенным специалистами ЦНИИМОДа в 1987 г., были предъявлены более 200 рекламаций на сумму 1,5 млн. р., что равносильно потере в выпуске почти 30 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов по ГОСТ 8486-86Е.

Практикуемые ЦНИИМОДом комплексные проверки предприятий показали, что наиболее типичными нарушениями технологической дисциплины, влияющими на экономические результаты работы предприятий, являются: некачественная окорка сырья; подача непоставного леса, боковая навалка бревен; несоблюдение технологических режимов распиловки бревен, брусьев и досок, сушки пиломатериалов; некачественное изготовление межпильных прокладок; несоблюдение требований ГОСТ 19041-85, ОСТ 13-62-77, ГОСТ 38081-80 в части пакетирования, хранения и транспортирования пиломатериалов.

Подавляющее большинство перечисленных нарушений не имеет под собой объективных технических или организационных причин и является следствием целого ряда внешне незначительных упущений, допускаемых и рабочими, и инженерно-техническими работниками. В связи с этим очень важна развернувшаяся в последнее время работа по аттестации рабочих мест и технологических процессов, способствующая выявлению внутренних резервов производства и определению методов и направлений их использования. Важно только, чтобы это движение не стало формальным и оценивалось не по количеству аттестованных рабочих мест и процессов, а по качественным результатам.

Развитие технологии лесопиления, насыщение производства высокопроизводительным оборудованием неминуемо приведет к сдвигам в квалификационной структуре рабочих и инженерно-технических работников. Уже сейчас часть рабочих мест лесопильного производства представляют собой пульт оператора, что коренным образом меняет требования к квалификации работающих. Это касается не только рабочих основных профессий, но и вспомогательного персонала. Если сравнить различные типы головного лесопильного оборудования, то окажется, что новая техника (линии ЛАПБ, фрезерно-обрезной станок, фрезерно-напильные линии) в ремонте в 2-3 раза сложнее, чем лесопильные рамы и обрезные станки. Исключение составляет лишь фрезерно-брусующий станок ФБС-750, однако он и задуман был авторами разработки как оборудование для цехов небольшой мощности, не имеющих развитой службы технадзора и ремонта.

Ниже представлены категории ремонтной сложности (в единицах) некоторых типов лесопильного оборудования (в числителе — механической части, в знаменателе — электроавтоматики).

#### Лесопильные рамы:

2Р75-1	11/8,3
2Р75-2	15/16,3

**Обрезные станки:**

Ц2Д-5А	8,3/9,7
Ц2Д-7А	5,5/7

**Линии агрегатной переработки:**

ЛАПБ	44/48,2
ЛАПБ-1	41/46,4
ЛАПБ-2	50/49,5

**Фрезернопильные линии:**

ЛФП-2	24,22/46,3
ЛФП-3	23,4/47,7

**Фрезерно-брюсующий станок ФБС-750**

9/14,7

**Фрезерно-обрезные станки Ц2Д-1Ф**

8,46/16,7

Приведенные данные свидетельствуют об опережающем повышении сложности систем электроавтоматики, применяемых в новом оборудовании. Этот процесс объясняется переходом от преимущественного использования электромеханической элементной базы к промышленной электронике и вычислительной технике. Например, все отечественные и импортные линии сортировки сырья и пиломатериалов используют в качестве управляющего устройства микропроцессор или ЭВМ. Широкое распространение получили фотоэлектрические датчики, работающие в инфракрасной и видимой части спектра. В сушке и склеивании древесины находит применение высокочастотная техника.

Следовательно, необходимо предусматривать опережающее кадровое и техническое переоснащение служб КИПиА на лесопильных предприятиях, внедряющих новую технику и технологию. Надежды на быструю организацию всеобъемлющей сети сервисного обслуживания промышленной электроники в масштабах всей лесопильной отрасли представляются автору необоснованными. При доказательстве преимуществ сервисного обслуживания часто ссылаются на опыт зарубежных стран – Швеции, Финляндии, США, Канады. По мнению автора, идея централизованного сервисного обслуживания хорошо реализуется в условиях территориальной концентрации промышленного производства и при наличии развитой транспортной сети. Этим условиям отвечают в нашей стране только часть лесопромышленных комплексов (Архангельская группа предприятий, карельские предприятия, крупные лесопромышленные комплексы в Сибири), в остальных случаях разбросанность предприятий, их удаленность позволит надеяться лишь на регламентное обслуживание и полностью исключит возможность экстренного вызова специалистов со стороны в случае простоеев оборудования. С учетом этих обстоятельств целесообразно ужесточить требования к надежности систем электроавтоматики и управления лесопильно-деревообрабатывающего оборудования и параллельно развивать службы КИПиА на лесопильных предприятиях.

Квалификационные сдвиги в кадровой структуре лесопильных предприятий выражаются не только в появлении новых специальностей, но и в ужесточении требований к традиционным ИТР – технологам и ме-

никам. Дело в том, что внедрение новой техники и технологии в условиях полного хозрасчета потребует создания и постоянного обновления внутризаводской системы материальных и энергетических нормативов, служащих основой для технологического планирования и организации работы подрядных коллективов на различных участках производства, реализации нормативного метода учета затрат. Нельзя ожидать, что для каждого предприятия эти нормативы будут разработаны силами отраслевых НИИ, пользование же типовыми нормативами, как показал опыт, не дает ожидаемого эффекта в силу их усреднения. Следовательно, инженерно-технические работники предприятий должны быть способны к проведению экспериментальных работ, обработке и анализу экспериментальных данных, установлению на этой основе нормативов, отражающих специфику конкретного предприятия. Практически речь идет о возрождении творческого начала в работе инженерно-технических работников на производстве.

Следует рассмотреть еще один аспект внедрения и освоения новой техники и технологии, который носит скорее психологический, чем организационный характер. Бытует мнение, что новая техника должна облегчать и упрощать труд рабочих и инженерно-технических работников, причем это понимается буквально как уменьшение физической и, по крайней мере, стабилизация интеллектуальной нагрузки. Когда это условие не выполняется, зачастую делают вывод о неудачности и недоработанности новой техники и даже ее непригодности. Н.В. Кочкина [14] на основании анализа содержательности труда в различных отраслях промышленности пришла к выводу, что при переходе на прогрессивную технику содержательность труда повышается у всех категорий работников, однако у бригадиров и особенно у рабочих наблюдаются более высокие темпы роста разнородности информации. Отмечено также, что если при внедрении единичных высокопроизводительных машин имеет место некоторое сокращение объема информации и ее одновременное усложнение, то при внедрении поточных линий усложнение информации может сопровождаться сокращением ее объема. Таким образом, повышение интеллектуальных нагрузок – неизбежное следствие внедрения и освоения новой техники, и наиболее правильным будет требование оптимального сочетания физической и умственной нагрузок, грамотного эргономического подхода к проектированию рабочих мест.

Приведенные выше фактические данные и примеры еще раз подтверждают необходимость комплексного подхода к проблеме повышения технического уровня отечественного лесопиления. Наивно полагать, что какое-то техническое чудо может одномоментно решить весь сложный клубок проблем, имеющихся в отрасли и на каждом предприятии. Только тщательный анализ всей взаимосвязи факторов, влияющих на эффективность производства, дает возможность и создает условия для полного освоения потенциала новой техники и технологии.

Дальнейшее развитие отечественного лесопиления, повышение его технического уровня является обязательным условием для выполнения генеральной цели отрасли – обеспечения народного хозяйства пилопродукцией. Технологический процесс лесопиления в перспективе будет испытывать двойственную тенденцию: наращивания за счет введения новых операций (раскряжевки, склеивания, углубления переработки вторичных ресурсов древесины) и сокращения за счет исключения или агрегирования отдельных операций. Не исключается изменение привычной конфигурации лесопильного потока, отказ от разделения производственного процесса на отдельные участки. Развитие мощностей отечественного лесопиления будет происходить в основном за счет технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий на базе как освоенного, так и нового высокопроизводительного оборудования. Новое оборудование, будучи сложным и дорогостоящим, должно обладать повышенной надежностью и обеспечивать высокое качество обработки древесины.

Нельзя согласиться с прогнозами некоторых специалистов о глобальном переходе на агрегатное, фрезернопильное оборудование для переработки сырья на пиломатериалы и технологическую щепу. Очевидно, удельный вес такого оборудования будет определяться характеристиками ресурсов сырья и экономическими соображениями. Ссылки на зарубежный опыт, якобы подтверждающий эту глобальную тенденцию, по нашему мнению, несостоятельны. Например, в Швеции уже длительное время сохраняется сложившаяся структура переработки пиловочного сырья по видам оборудования с таким соотношением по объемам производства, %: круглопильные станки 25, лесопильные рамы 52, ленточнопильные станки 2, фрезернопильное оборудование 21 [43].

Очевидно, совершенствованию будет подвергаться вся гамма оборудования, причем с неизбежным его усложнением и повышением скоростей обработки. Зарубежные специалисты признают, что периодически возникавшие ранее бумы с широким внедрением какого-то одного вида оборудования не имели под собой надежной экономической основы.

Усложнение оборудования, агрегирование операций и повышение скоростей обработки приведут к более широкому внедрению автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Эти системы в лесопилении будут базироваться на применении ограниченного набора средств измерения и общепромышленных управляющих микро- и мини-ЭВМ.

Для более полного использования потенциала управляющей техники АСУТП должны выполнять и функции первичного учета с передачей

информации в организационные системы управления производством. В первую очередь АСУТП будут внедряться на операциях сортировки сырья и пиломатериалов; массовая автоматизация управления раскроем сырья и пиломатериалов составит задачу более дальней перспективы. Можно возразить, что за рубежом уже имеются промышленные образцы, например, полностью автоматизированных участков обрезки досок, однако о массовом распространении подобной техники говорить пока рано в силу ее дороговизны.

Не следует все же считать, что задача удовлетворения потребностей народного хозяйства в продукции лесопиления может быть решена в перспективе только за счет насыщения предприятий новым оборудованием, их технического переоснащения. Требуются коренные изменения и в сфере производства, и в сфере потребления пилопродукции, т.е. техническая политика отрасли должна основываться на системном рассмотрении всего цикла производство — потребление, а не только на сравнительном анализе эффективности отдельных видов оборудования или направлений технического перевооружения предприятий.

Одним из важнейших организационно-технологических мероприятий на перспективу остается специализация и концентрация производства пиломатериалов. Эта работа уже начата в предыдущих пятилетках и должна быть продолжена. В качестве критериев следует принять не количество вырабатываемых сечений и средний объем производства, приходящиеся на одно предприятие, а региональные особенности и экономические соображения. К ним следует отнести связи с поставщиками сырья и потребителями продукции, организацию рационального использования сырья за счет реализации вторичных ресурсов древесины, обеспеченность трудовыми ресурсами, наличие и характер транспортных связей. В связи с этим необходимо критически подходить к попыткам найти оптимальный размер, оптимальную мощность лесозавода. Результаты таких исследований имеют к понятию оптимума весьма отдаленное отношение.

Необходим переход от концентрации и специализации вообще к концентрации и специализации в рамках регионов и лесопромышленных комплексов. Интересно, что такой подход к размещению и специализации лесоперерабатывающих отраслей был взят за основу в одной из первых отечественных книг по лесопромышленному делу, где сказано: "... при изложении практического руководства нельзя не считаться с хозяйственными, экономическими условиями данной отрасли промышленности. В этом отношении главное значение имеют условия сбыта леса. Эти последние представляются весьма разнообразными, смотря по местности, в какой находится лесная дача (участок земли, занятый лесом. — Примеч. автора). Если лес близок к крупному рынку или к центрам густого народонаселения, где сильно развита всякого рода промышленная деятельность, если существуют удобные пути для доставки леса к местам сбыта, там лес и в первоначальной

обделке найдет покупателей и лесному хозяину не представится надобности заниматься дальнейшей переработкой заготовленного им простейшего лесного товара. Но коль скоро лесная дача удалена от крупных рынков и расположена в местности с малоразвитой фабрично- заводской деятельностью и при том еще нет удобных путей для перевозки громоздкого лесного товара, тогда наступает необходимость уменьшить тяжесть груза отделением от него в самом лесу тех частей, которые впоследствии, при дальнейшей переработке 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. Могут встречаться и такие местности, из которых вывозка тяжеловесных лесных материалов или отбросов древесины вовсе не окупается, так что сбыт леса становится возможным лишь после переработки его в товар меньшего объема и веса, например: пережогом в уголь, извлечением из стволов деревьев и пней смолы, сухой перегонкой древесины для получения скпицидара, уксусной кислоты, метилового алкоголя, переработкой леса в древесную массу, целлюлозу и т.п." [Русский лес/Сост. Ф.К. Арнольд. Т. II, часть 2-я, 1899].

Высказанная здесь мысль о технологической дифференциации с учетом местных условий справедлива и в настоящее время, меняется лишь перечень производств и степень их интеграции. Технологическая дифференциация лесопильных предприятий в зависимости от породы, качества, степени концентрации сырья, обеспеченности трудовыми ресурсами также является назревшей проблемой в развитии отечественного лесопиления. Политика унификации в технологических решениях, стандартизации сырья и продукции себя уже исчерпала и может давать эффект только за счет экстенсивных факторов.

В условиях нарастающего дефицита древесного сырья можно выделить два основных направления в технической политике всего лесопромышленного комплекса: переработка всей биомассы заготавливаемой древесины; квалифицированное распределение сырья между лесоперерабатывающими отраслями в зависимости от его размерно-качественных характеристик.

Следует признать, что в последние годы основной крен был дан в сторону первого направления в ущерб второму. В настоящее время созданы технология и оборудование, позволяющие использовать в технологических и энергетических целях всю массу пиловочного сырья, включая кору. В то же время темпы роста комплексного использования сырья по лесопильным предприятиям Минлеспрома СССР и планируемого круга в последние годы снижаются, хотя на передовых предприятиях уже сейчас используется практически вся масса древесины. Возник разрыв по этому важнейшему показателю технического уровня между передовыми и рядовыми лесопильными предприятиями.

Основными причинами такого положения являются, во-первых,

недостаток оборудования, транспортные ограничения и организационные неувязки. Во-вторых, поставка и переработка на лесопильных предприятиях сырья с неудовлетворительными размерно-качественными характеристиками невыгодна и подрывает экономическую основу комплексного использования сырья в лесопилении. Существен и тот факт, что планирование объемов производства в стране сейчас ведется на основе нормативной базы, которая основана на технически возможных выходах пилопродукции и не учитывает экономически оправданный уровень выходов.

Тем самым игнорируется тот факт, что лесопиление давно уже стало многоассортиментным производством и экономические итоги его деятельности определяются составом продукции и соотношением цен на отдельные ее виды. В связи с этим улучшение работы отечественных лесопильных предприятий во многом зависит от сбалансированности планов и совершенствования системы цен на сырье и продукцию лесопиления — пиломатериалы, заготовки, технологическую щепу, опилки, отходы окорки.

Квалифицированное распределение древесного сырья между лесоперерабатывающими отраслями может быть обеспечено при совершенствовании нормативно-технической документации (стандартов на сырье и организационных мер), правильной организации связей между поставщиками и потребителями круглых лесоматериалов. В качестве экономического рычага здесь также должна выступить система цен на сырье, стимулирующая его дифференциацию по потребителям.

Суммируя вышесказанное, можно сделать вывод о том, что развитие технологии лесопиления на перспективу связано не только с разработкой технологических процессов и оборудования, но и с решением целого комплекса задач организационного, экономического и нормативного характера. Игнорировать это обстоятельство и рассчитывать на решение проблемы только за счет технического переоснащения предприятий нельзя. Потенциал совершенствования отечественного лесопильного производства в сложившихся условиях практически исчерпан, поэтому техническая политика отрасли должна исходить не из ее внутренних проблем, а из критического анализа всего цикла производство — потребление.

Практика уже доказала, что отдельные нескоординированные усилия (развитие отдельных видов оборудования, изменение соотношения и уровня цен, пересмотр стандартов на сырье и продукцию, введение различных систем материального поощрения) дают лишь временный эффект и быстро морально устаревают. Тот же результат имел место и в тех случаях, когда под лозунгом единой технической политики унифицировались технологические решения, компоновочные схемы потоков и цехов.

Переход лесопильной промышленности на самофинансирование

и самоокупаемость дает необходимые условия для детализации технической политики каждым предприятием, исходя из экономической ситуации и сообразуясь с собственным планом социально-экономического развития. Концепции и идеи, изложенные в предлагаемой читателю книге, могут послужить основой для определения перспектив развития отдельных предприятий, их технологического и технического переоснащения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. Батин Н.А., Сергеев Е.Е., Назаренко В.А. К вопросу о влиянии рассортировки досок на эффективность переработки пиловочного сырья // Мех. технол. древесины: Республ. межвед. сб. — Вып. 6. — Минск, 1976. — С. 6—9.
2. Батин Н.А. и др. О рациональном использовании тонкомерной древесины мягких лиственных пород / Н.А. Батин, Е.Е. Сергеев, В.И. Пастушени, Ю.А. Бруевич // Мех. технол. древесины: Республ. межвед. сб. — Вып. 2. — Минск, 1972. — С. 4—18.
3. Батин Н.А., Сергеев Е.Е. Переработка лиственных пород на пиломатериалы и заготовки // Мех. обраб. древесины: Науч.-техн. реф. сб. /ВНИПИЭлеспром. — 1982. — № 11. — С. 8—9.
4. Боровиков А.М., Лохов В.Н., Кончевская М.Г. О показателях качества пиломатериалов // Изв. вузов. Лесн. журн. — 1987. — № 3. — С. 127—129.
5. Боровиков А.М. Производство пиломатериалов с оптимальными показателями качества // Науч. тр./ЦНИИМОД. — Комплексное использование древесного сырья. — Архангельск, 1979. — С. 70—77.
6. Бубнова Е.М. Демографические волны и трудовые ресурсы // Экономика и организация промышленного производства — 1985. — № 6. — С. 159—166.
7. Власов Г.Д., Куликов В.А., Родионов С.В. Технология деревообрабатывающих производств. — М. — Л.: Гослесбумиздат, 1960. — 566 с.
8. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход. — М.: Мир, 1981. — 454 с.
9. Елуков А.П., Щеглов В.Ф. Комплексная механизация работ на складах пиломатериалов. — М.: Лесная промышленность, 1977. — 223 с.
10. Елуков А.П., Щеглов В.Ф. Подготовка и погрузка пакетированных пиломатериалов. — М.: Лесная промышленность, 1969. — 105 с.
11. Иванов В.Д., Щеглов В.Ф. Укладка, хранение и погрузка пиломатериалов. — М.: Лесная промышленность, 1970. — 70 с.
12. Калитеевский Р.Е. Автоматизация производственных процессов в лесопилении. — М.: Лесная промышленность, 1979. — 335 с.
13. Кондратова Г.И. Раскрой березовой древесины на пиломатериалы и заготовки // Мех. обраб. древесины: Реф. информ. / ВНИПИЭлеспром. — 1965. — Вып. 25. — С. 11—13.
14. Кочкина Н.В. Количественная оценка содержательности труда. — М.: Экономика, 1987. — 157 с.
15. Кошуниев Б.И. Оптимизация переработки сырья в лесопилении. — Изд. 2-е. — М.: Лесная промышленность, 1987. — 110 с.

16. Малыгин С.И., Шатилов Б.А., Кулиш В.Г. Реконструкция лесопильных предприятий. — М.: Лесная промышленность, 1981. — 184 с.
17. Манаков В.А., Малыгин Л.Н., Баценко А.А. Заготовка лиственной древесины в зоне хвойных лесов Восточной Сибири: Обзорн. информ. — М.: ВНИПИЭИ-леспром, 1986. — 34 с.
18. Михельсон Э.И. Кора — топливо, обеспечивающее электроснабжение населенных пунктов в США // Экономика и управление: Зарубеж. опыт. Экспресс. информ. / ВНИПИЭИлеспром. — 1987. — Вып. 4. — С. 20.
19. Морозов А.В. Древесные отходы — энергетическое топливо // Изв. вузов. Лесн. журн. — 1987. — № 3. — С. 67—71.
20. Обзор структуры лесопильной промышленности. Бюллетень по лесоматериалам. Т. XXXVIII, № 3. Специальный выпуск ЕЭК ООН, ФАО. — Женева, май 1985. — 51 с.
21. Пастушени В.И., Кухаренко И.Н. Технология переработки пиловочного сырья мягких лиственных пород и березы // Мех. технол. древесины: Республ. межвед. сб. — Вып. 8. — Минск, 1978. — С. 19—26.
22. Песоцкий Н.А. Лесопильное производство. — Л. — М.: КОИЗ, 1933. — 160 с.
23. Песоцкий А.Н., Ясинский В.С. Рациональное использование древесины в лесопилении. — М.: Лесная промышленность, 1977. — 128 с.
24. Руководящие технико-экономические материалы по нормированию расхода сырья и материалов в производстве пиломатериалов. — Архангельск: ЦНИИМОД, 1983. — 194 с.
25. Рыкунин С.Н. Влияние кривизны березового сырья на выход заготовок // Лесн., бум. и деревооб. пром-сть: Межвед. республ. науч. сб. — Вып. 3. — Киев, 1966. — С. 65—71.
26. Слуцкин Г.Г. Краткий справочник по лесопилению. — М. — Л.: Гослесбумиздат, 1961. — 328 с.
27. Собровин А.В. Проблемы управления научно-техническим прогрессом. — М.: Советская Россия, 1981. — 176 с.
28. Спринцын С.М. Современные проблемы использования мягколиственной древесины в европейской части страны // Сб. науч. тр. / ВНИПИЭИлеспром. — Проблемы повышения эффективности и качества в лесн. и деревообр. пром-сти. — 1981. — С. 36—45.
29. Турушев В.Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов. — М.: Лесная промышленность, 1975. — 208 с.
30. Фергин В.Р. Методы оптимизации в лесопильно-деревообрабатывающем производстве. — М.: Лесная промышленность, 1975. — 215 с.
31. Хейнман С. Производительные силы — НТР — научно-техническая политика // Плановое хозяйство. — 1988. — № 1. — С. 3—15.
32. Худин К.С., Бенько Ю.М. Исследование влияния различных факторов на выход заготовки из березы и разработка рациональной технологии их производства // Реф. инф. о законченных НИР в вузах УССР. — Киев, 1967. — 16 с.
33. Худин К.С., Бенько Ю.М., Гербей М.И. Исследование выхода заготовок из березового сырья // Лесн., бум. и деревообр. пром-сть: Межвед. республ. науч. сб. — Вып. 3. — Киев, 1966. — С. 81—85.
34. Цотадзе Г.Л. К вопросу комплексной переработки ольхового сырья в Грузинской ССР // Мех. технол. древесины: Республ. межвед. сб. — Вып. 12. — Минск, 1982. — С. 17—19.
35. Цотадзе Г.Л. О переработке ольховых круглых лесоматериалов на паркетную фризу // Мех. технол. древесины: Республ. межвед. сб. — Минск, 1983. — С. 19—23.
36. Цотадзе Г.Л. Размерно-качественная характеристика ольховых круглых лесоматериалов в Грузинской ССР // Мех. технол. древесины: Республ. межвед. сб. — Вып. 13. — Минск, 1983. — С. 16—19.

37. Шатилов Б.А., Афанасьев В.М. Современные лесопильные предприятия: Обзорн. информ. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1986. — 48 с. — (Сер.: Информ. обеспечение целевых науч. техн. программ; Вып. 3).

38. Ясинский В.С., Маркелов В.М. О повышении использования древесины мягких лиственных пород на пиломатериалы // Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. трудов / ЛЛТА. — Л., 1984. — С. 12—16.

39. Blackman Ted. Mills, like cars, "downsized" to do the job more efficiently// Forest Ind. — 1986. — Vol. 113. — N 4. — P. 16—17.

40. Canada's newest sawmill incorporates Swedish technology design concepts // Logg. and Sawmill. — 1986. — Vol. 17. — N 3. — P. 28—30; 32—33.

41. Griffin G. Optimization gives mill high degree of flexibility // Forest Ind. — 1986. Vol. 113. — N 5. — P. 16—19.

42. Log sorting, edge gluing used in small-log system // Forest Ind. — 1984. — Vol. 111. — N 11. — P. 26—27.

43. Sweden's forest are a worldwide influence // World Wood. — 1987. — February.— P. s. — 3.

44. Szymani R., McDonald K. Defect detection in lumber: state of the art // Forest Products of. — 1981. — Vol. 31. — N 11. — P. 34—44.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

Введение . . . . .	3
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И СЫРЬЕВЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ НА ПЕРСПЕКТИВУ . . . . .	5
1.1. Технический уровень отечественного и зарубежного лесопиления . . . . .	5
1.2. Взаимосвязь социально-экономических и технических факторов, определяющих развитие лесопиления . . . . .	8
1.3. Характер основных ограничений биосферы и техносферы на перспективу . . . . .	11
ГЛАВА 2. НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ . . . . .	20
2.1. Организационно-технологические условия развития технологии лесопиления . . . . .	20
2.2. Структурный анализ технологического процесса лесопиления . . . . .	24
2.3. Методы повышения однородности потоков пилопродукции и пиловочного сырья . . . . .	28
2.4. Особенности переработки пиловочного сырья с различными размерно-качественными характеристиками . . . . .	38
2.5. Специальная теория раскroя пиловочного сырья мягких лиственных пород . . . . .	43
Закономерности раскroя бревен развальным методом на доски одной толщины (43). — Закономерности раскroя бревен развальным методом на доски одной толщины с последующим делением крайних досок по толщине (44). — Закономерности раскroя бревен брусоворазвальным методом (46). — Краткий анализ теоретических исследований (49). — Экспериментальные исследования раскroя сырья мягких лиственных пород на пиломатериалы (52)	
2.6. Основные структурные решения технологических потоков при переработке пиловочного сырья . . . . .	55
2.7. Технологические требования к перспективному оборудованию лесопильных предприятий . . . . .	61
2.8. Технологические предпосылки автоматизации лесопиления . . . . .	68
2.9. Пути совершенствования нормативно-технической документации на сырье и пилопродукцию . . . . .	76
2.10. Совершенствование системы цен на сырье и продукцию лесопиления . . . . .	81
ГЛАВА 3. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА . . . . .	87
Список использованной литературы . . . . .	100

*Производственное (практическое)  
издание*

**Копейкин Адольф Михайлович**

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ  
ЛЕСОПИЛЕНИЯ**

Редактор Ю. Г. Овчинникова

Художник обложки О. Е. Рыжаев

Художественный редактор Н. Г. Глебовский

Технические редакторы Е. Б. Капралова, В. В. Соколова

Оператор Т. А. Ермакова

Корректор Р. В. Кириллова

ИБ № 2426

Подписано в печать 10.09.88. Т-16179. Формат 60x88/16. Бумага офсетная № 2.  
Печать офсетная. Усл.печ.л. 6,37. Усл. кр.-отт. 6,62. Уч.-изд. л. 7,26. Тираж 5400 экз.  
Заказ 4234 Цена 35 коп.

Ордена "Знак Почета",издательство "Лесная промышленность"  
101000, Москва, ул. Кирова, 40а.

Московская типография № 9 НПО "Всесоюзная книжная палата" Госкомиздата  
109033, Москва, Волочаевская ул., 40

А.М.КОПЕЙКИН

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Несмотря на опережающий рост производства древесных плитных материалов, бумаги и картона, спрос на пиломатериалы — традиционную продукцию лесопереработки — остается стабильным и даже имеет тенденцию к увеличению. В книге на основе анализа современного состояния отечественного и зарубежного лесопиления, требований ресурсосбережения, малооперационности и безотходности производства рассмотрены возможные направления совершенствования технологии лесопиления на ближайшую перспективу.



«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

35 коп.