

А
У47

*

На правах рукописи



Уласовец Вадим Григорьевич

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСКРОЯ
БОКОВОЙ ЗОНЫ ПИЛОВОЧНИКА НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ**

05.21.05. - Дреvesиновeдeниe; тeхнoлoгия и oбoрyдoвaниe
дeрeвooбpaбoтки

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Екатеринбург – 2006

Работа выполнена в Уральском государственном лесотехническом университете на кафедре механической обработки древесины (г. Екатеринбург)

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор
АНКУДИНОВ Дмитрий Тимофеевич

Доктор технических наук, профессор
КОМИССАРОВ Анатолий Петрович

Доктор технических наук, профессор
ПАШКОВ Валентин Кузьмич

Ведущая организация – ОАО Уральский научно-исследовательский институт переработки древесины (УралНИИПДрев)

Защита состоится 27 апреля 2006 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета ДР 412.231.05 в Уральском государственном лесотехническом университете (620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 17, зал заседаний № 401)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уральского государственного лесотехнического университета.

Автореферат разослан 24 марта 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент

Евнушина Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В технологических процессах лесопильного производства очень важно применять обоснованные рациональные способы и схемы раскря пиловочного сырья различных диаметров на спецификационные пиломатериалы заданных размеров и качества.

Совершенствование технологических процессов в лесопилении является актуальной научно-технической проблемой, связывающей теорию раскря пиловочного сырья с бережным использованием лесных ресурсов государства. Отсутствие теоретических решений, и разработанных на их основе практических рекомендаций для нужд производства, неизбежно ведет к неэффективному использованию пиловочника. При этом истощаются лесные ресурсы государства, неоправданно увеличиваются объемы лесозаготовок, что приводит к их перемещению в удаленные от потребителей районы, увеличению затрат в лесозаготовительную отрасль и удорожанию пилопродукции, в себестоимости которой до 70% составляет стоимость сырья. Для Российской Федерации при современном объеме производства только один процент увеличения выхода пиломатериалов в процессе раскря сырья даст примерно 0,3 млн. м³ пилопродукции, что в оптовых ценах будет составлять свыше 450 млн. рублей. Следует отметить, что для производства такого количества пиломатериалов потребовалось бы вырубить лес на площади около 4 тысяч га.

Современная теория раскря пиловочного сырья на пиломатериалы позволяет успешно решать многие практические задачи, однако, в ней отсутствуют решения, связанные с теоретическим обоснованием отдельных способов раскря. Так бревна крупных диаметров, центральная зона которых часто значительно поражена гнилями, распиливают развально-сегментным, брусово-сегментным, круговым способом или на три бруса. При этом вопросы рационального раскря сегментов и боковых брусьев на пиломатериалы требуют самостоятельного теоретического решения и разработки отсутствующих рекомендаций, так как имеют большое практическое значение особенно для лесопильных предприятий Восточных регионов нашей страны, где будет преимущественно развиваться лесопиление.

Изменение структуры производства пиломатериалов, связанной с тенденцией разукрупнения предприятий и перемещением их к лесосырьевой базе, требует разработки теоретического обоснования и практических рекомендаций по выработке ограниченного числа сечений пиломатериалов.

Широкое использование в лесопилении ленточнопильных и круглопильных станков выявило необходимость разработки отсутствующего теоретического обоснования для способа раскря бревен параллельно их образующей, установлению аналитических зависимостей для расчета оп-

тимальных размеров выпиливаемых при этом пиломатериалов и разработки на их основе рациональных схем раскроя.

Необходимость проведения объективной оценки рациональности схем и способов раскроя пиловочника требует уточнения существующего в европейских и отечественных стандартах метода расчета средней ширины необрезных пиломатериалов при поштучном способе их учета и обоснования толщины пиломатериалов, выпиливаемых в центральной зоне бревен.

Объект исследования – технологические процессы лесопильно-деревообрабатывающих производств.

Предмет исследования – раскрой боковой зоны пиловочника на пиломатериалы.

Цель исследования – разработка научного обоснования технологических процессов по рациональному раскрою боковых элементов бревен параллельно их продольной оси и бревен параллельно образующей, обеспечивающих увеличение объемного, спецификационного и качественного выхода пиломатериалов.

Задачи исследований. Исходя из указанной цели, основными задачами работы являются:

- разработка теоретических основ и установление аналитических зависимостей для расчета оптимальных размеров пиломатериалов, выпиливаемых параллельно продольной оси из сегментов и боковых брусьев, в том числе на пиломатериалы равных толщин;
- разработка алгоритма решения задач по расчету данных для построения практических графиков составления оптимальных поставок;
- усовершенствование графического метода составления и расчета рациональных поставок при распиловке параллельно продольной оси сегментов и боковых брусьев;
- разработка теоретических основ и установление аналитических зависимостей для расчета оптимальных размеров досок при распиловке бревен параллельно образующей;
- разработка графических способов для составления и расчета рациональных поставок при распиловке бревен параллельно образующей;
- оценка и уточнение существующего в отечественных и европейских стандартах способа расчета средней ширины необрезных досок;
- изучение влияния способов раскроя бревен с различной формой образующей ствола на величину коэффициента сбегу необрезных досок и объемный выход из них обрезных пиломатериалов;
- проведение экспериментальных исследований по определению рациональных толщин досок при распиловке центральной зоны соснового пиловочного сырья;
- проведение экспериментальных исследований по оценке эффективности разработанных методов.

Методы исследований. Методологической основой исследований явились работы по теории раскроя бревен на пиломатериалы проф. Д.Ф. Шапиро, проф. П.П. Аксенова, проф. Н.А. Багина.

В работе использованы теоретические и экспериментальные методы исследований. При выполнении экспериментальных исследований применялись научно обоснованные методики по проведению опытных распиловок пиловочного сырья и планирования экспериментов. Разработка математического аппарата исследований проводилась с применением программы MathCAD 2000 Professional. Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась с применением методов математической статистики и теории вероятностей, в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций не противоречит результатам исследований в области теории и практики рационального раскроя пиловочного сырья на пилопродукцию, ранее выполненных в нашей стране и за рубежом; подтверждается: корректностью разработанных аналитических зависимостей; проверкой теоретических положений экспериментальными исследованиями; метрологическим обеспечением экспериментальных исследований; статистической обработкой данных исследований с оценкой их погрешностей; хорошей сходимостью теоретических и экспериментальных результатов; публикациями основных результатов работы в рецензируемых центральных изданиях и за рубежом; положительными многолетними результатами внедрения рекомендаций и разработок в практику.

На защиту выносятся:

- теоретические положения и аналитические зависимости для расчета оптимальных размеров пиломатериалов, величины пифагорической зоны и предельного охвата поставом при распиловке параллельно продольной оси бокового бруса и сегмента;
- теоретические положения и аналитические зависимости для расчета оптимальных размеров пиломатериалов и величины предельного полуохвата поставом при распиловке бревен и сегментов параллельно их образующей;
- оценка существующего в отечественных и европейских стандартах способа расчета средней ширины необрезных досок;
- аналитические зависимости для расчета значений коэффициентов сбегу необрезных досок, выпиленных параллельно продольной оси или образующей бревна и их связи с объемным выходом необрезных и обрезных пиломатериалов;
- алгоритм решения задач по расчету данных для построения графиков составления оптимальных и рациональных поставок;
- графические методы составления и расчета оптимальных и рациональных поставок при распиловке параллельно продольной оси бревен, боко-

брусьев и сегментов; распиловки боковой зоны бревен и средних брусьев на доски одинаковых толщин;

- графические методы составления и расчета оптимальных и рациональных поставов при распиловке бревен параллельно образующей;
- метод определения рациональных размеров досок, выпиленных из центральной зоны бревен;
- графический способ нахождения рациональных толщин досок при распиловке центральной зоны сосновых бревен.

Научная новизна:

- для случая распиловки параллельно продольной оси разработаны: алгоритм решения задач по расчету данных для построения практических графиков составления оптимальных поставов; теоретические основы по составлению и аналитические зависимости по расчету рациональных поставов, удобные и точные графические способы составления рациональных поставов и нахождения оптимальных размеров пиломатериалов, выпиленных из сегментов и боковых брусьев;
- для случая распиловки бревен параллельно образующей разработаны теоретические основы по составлению и аналитические зависимости по расчету оптимальных поставов и величины предельного полуохвата поставом, на основе которых созданы удобные для практического применения графики составления и расчета рациональных поставов;
- получены аналитические зависимости, устанавливающие связь величин коэффициентов сбега необрезных досок с коэффициентом сбега и формой ствола исходного бревна, местом доски в поставе, способом раскроя бревен, объемным выходом необрезных и обрезных пиломатериалов;
- теоретически обоснован и экспериментально проверен разработанный метод определения рациональных толщин досок при распиловке центральной зоны соснового пиловочного сырья.

Теоретическая значимость:

- положения для расчета оптимальных размеров пиломатериалов и установленные аналитические зависимости для расчета величины пифагорической зоны и предельного охвата поставом при распиловке параллельно продольной оси сегмента и бокового бруса создают теоретическую основу рационального раскроя пиловочного сырья, в том числе боковой зоны бревен и брусьев на доски одинаковой толщины;
- положения для расчета оптимальных размеров пиломатериалов при распиловке параллельно продольной оси и параллельно образующей бревен с различной формой ствола являются дальнейшим развитием теории раскроя сырья и позволяют установить общие количественные закономерности и рациональные схемы раскроя, обеспечивающие наибольший объемный, специфический и качественный выход пиломатериалов;

- аналитические зависимости для расчета значений коэффициентов сбега необрезных досок определяют связь объемного выхода пиломатериалов со способом раскроя бревен, местом доски в поставе, коэффициентом сбега и формой ствола исходного бревна.

Практическая значимость работы:

- обоснованы способы раскроя пиловочного сырья с различными размерными и качественными характеристиками на пиломатериалы спецификационных размеров, позволяющие применять рациональные схемы раскроя;
 - разработаны рекомендации по составлению рациональных поставов и аналитические зависимости для расчета оптимальных размеров пиломатериалов, выпиленных параллельно продольной оси из бревен, сегментов и боковых брусьев, представленные в виде удобных для практического использования графиков и номограммы;
 - обоснованы и разработаны в виде графиков рекомендации по рациональному раскрою параллельно продольной оси боковой зоны бревен на доски одинаковых толщин, позволяющие выполнять спецификационные задания без существенного снижения объемного выхода, уменьшить трудозатраты и улучшить условия работы на участках окончательной обработки досок, их сортировке, пакетирования и транспортирования;
 - разработаны рекомендации, создающие основу решения практических задач, по составлению рациональных поставов и аналитические зависимости по расчету оптимальных размеров пиломатериалов при раскрое бревен параллельно образующей, представленные для использования в виде графиков;
 - уточнены рекомендации отечественных и европейских стандартов по расчету средней ширины необрезных пиломатериалов, позволяющие правильно вычислять их объем при поштучном учете и более полно оценивать составляющие баланса их раскроя при дальнейшей переработке;
 - разработаны методика, номограммы и рекомендации по определению рациональных толщин досок, выпиленных из центральной зоны бревен, позволяющие при раскрое пиловочного сырья повысить качество боковых пиломатериалов, смежных по выпилке с сердцевинными и центральными досками, и увеличить ценностный выход пиломатериалов без дополнительных затрат на их производство.
- Личное участие автора** заключается в формулировке проблемы, цели и задач исследований, проведении теоретических и экспериментальных работ, внедрении полученных результатов.
- Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы и отдельные ее разделы доложены, обсуждены и получили одобрение на Международных научно-технических конференциях в Екатеринбурге (Уралэкология, 1995 г.; УГЛТУ, 2003, 2005 г.г.), Брянске (Лес-2005. БГИТА, 2005 г.); Всесоюзных научно-технических конференциях в Киеве

(УкрНИИМОД, 1974 г.) Минске (БТИ, 1977, 1982 г.г.), Москве (ВНИ-ПИЭИлеспром - ЦНИИМЭ, 1979), Архангельске (ЦНИИМОД, 1980 г.), Калинин (1990 г.); отраслевых научно-технических конференциях в Свердловске (СвердНИИПДрев, 1979 г.), Екатеринбурге (УЛТИ, 1991, УГЛТА 1997 г.г.).

Внедрение результатов исследования. Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований внедрены на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях лесного комплекса и местной промышленности; включены в нормативно-технологические документы общепромышленного уровня, утвержденные Минлеспромом СССР, и используются лесопильными и деревообрабатывающими предприятиями Российской Федерации.

Материалы исследований, включенные в учебные пособия для лесотехнических ВУЗов и монографию, используются в учебном процессе факультета механической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета при подготовке инженерно-технологов и бакалавров по специальности "Технология деревообработки".

Публикации по теме. Основное содержание диссертации изложено в 60 публикациях, в том числе монографии и двух учебных пособиях для лесотехнических ВУЗов. В списке 37 статей в т. ч. две в зарубежном издании; 14 материалов конференций, патент на полезную модель. В соавторстве опубликовано 22 работы.

Приведенные в диссертации данные нашли отражение в 20 научно-технических отчетах, которые были выполнены в рамках:

Государственных заказов:

- поручение Госплана СССР и Госспаба СССР от 17 ноября 1989г. № КМ 572/4 - 902/003 - 031 - 4 - 405;

- поручение Минлеспрома СССР от 14 декабря 1989 г. № 2 - 23 7645.

Координационных планов ЦНИИМОДа 1979 - 1980 гг.;

Заказов предприятий и организаций лесной отрасли 1969 - 2001 гг.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести разделов, выводов и рекомендаций, библиографического списка из 112 наименований, 4 приложений. Основной материал изложен на 211 страницах и содержит 88 рисунков и 14 таблиц. Общий объем работы содержит 325 страниц, 88 рисунков и 54 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность темы диссертации, сформулированы цель исследования, научные положения, выносимые на защиту, научная новизна работы и ее апробация.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В разделе приведен краткий обзор основных работ по теории раскроя пиловочного сырья на пилопродукцию и дан их анализ. Проанализированы основные этапы формирования теории раскроя пиловочного сырья на пилопродукцию, изложенные в работах Х.Л. Фельдмана, Д.Ф. Шапиро, Г.Г. Титкова, А.Н. Песоцкого, Г.Д. Власова, В.А. Залгаллера, П.П. Аксенова, Н.А. Батина, В.Ф. Ветшевой и других авторов.

Начало научному подходу к теории максимальных поставов положил советский математик Х.Л. Фельдман. Основной задачей исследователя явилось определение толщины и ширины обрезных досок, дающих наибольшую площадь поперечного сечения при их вписывании в круг. Полученные решения носили частный характер, однако, работа в целом имела большое значение в формировании теории раскроя пиловочного сырья. Х.Л. Фельдман первым из исследователей указал, что раскрой пиловочного сырья необходимо вести с учетом его размерных особенностей.

Дальнейшее развитие теории поставов было сделано проф. Д.Ф. Шапиро, который исследовал раскрой необрезной доски на обрезную максимального объема, чтобы определить ее оптимальные размеры. Он дал общее решение задачи в абсолютно и относительно максимальных поставках с разным количеством досок при дифференцированном подходе к оценке влияния на поставы диаметра, сбега и длины бревен.

Новым подходом в развитии теории поставов явилась работа Г.Г. Титкова, в которой был предложен метод расчета предельного охвата диаметра бревна поставом; а также расчета оптимальных толщин обрезных досок и нахождения абсолютно максимального поставка, исходя из соотношения потерь древесины в рейки и опилки. Развитие этой идеи нашло отражение в работах Г.И. Стоева (Болгария).

Исходя из практического применения теории раскроя бревен на пиломатериалы, проф. Г.Д. Власов предложил понятие о нормальных поставках, установил основные принципы их построения и указал на возможность согласования спецификаций сырья и пиломатериалов.

Совершенствуя методы планирования раскроя пиловочного сырья проф. А.Н. Песоцкий провел теоретические и экспериментальные исследования по оценке влияния на объемный и сортовой выход пиломатериалов кривизны и эллиптичности бревен, неточности подбора их в постав, смещения центра бревна относительно центра поставка.

При решении задачи по получению наибольшего выхода пилопродукции (пиломатериалов, деталей, заготовок) проф. П.П. Аксенов исходил из принципа уменьшения отходов в рейку по торцу диаметра и длине бревна. Он разработал графики оптимальных толщин досок и значений толщин досок с одинаковым процентом использования их поперечного сечения.

В своих исследованиях проф. П.П. Аксенов пришел к выводу, что сокращение отходов древесины, зависящее от поставов, можно достичь при развальном-сегментном способе раскря пиловочного сырья.

Интересный графический метод подбора поставов, основанный на геометрическом признаке экстремума предложил проф. В.А. Залгаллер. Метод представлял теоретический интерес, но был сложен для практики.

Развивая теорию раскря пиловочника на пиломатериалы проф. Н.А. Батин экспериментально установил количественную зависимость влияния кривизны бревен на оптимальные размеры и объемный выход пиломатериалов, а также на основании графоаналитического решения построил точные и удобные для практического применения графики для составления и расчета поставов.

Большой вклад в теорию раскря крупномерного сырья с учетом его размерной и качественной характеристики внесла проф. В.Ф. Ветшева. Критерием оценки различных схем и способов раскря бревен в ее работах является приведенный коэффициент объемного выхода пиломатериалов.

Существенный вклад в решение теоретических и практических вопросов раскря пиловочного сырья с учетом его размерных и качественных особенностей внесли исследования проф. И.Л. Белозерова, проф. Р.Е. Калитеевского, проф. С.Н. Рыкунина, проф. В.Г. Турушева, проф. В.С. Шалаева, проф. В.С. Ясинского и других отечественных и зарубежных исследователей.

Обобщение и анализ основных работ по теории раскря бревен на пиломатериалы подтвердили их актуальность и определили следующие выводы:

- работы, выполненные по теории раскря пиловочника, способствовали на практике внедрению рациональных методов распиловки сырья, улучшению технологии производства, экономии сырьевых ресурсов;

- в рассмотренных работах по раскря пиловочного сырья отсутствуют обоснованные теоретические и практические рекомендации: по рациональному раскря боковой зоны бревен крупных диаметров, сегментов, боковых брусьев, в том числе на доски равных толщин; рациональному раскря бревен параллельно их образующей; оценке существующего способа измерения средней ширины необрезных досок; оценке влияния способов раскря бревен на размерные и объемные показатели выпиливаемых необрезных и обрезных пиломатериалов.

- выявлена практическая необходимость в обобщении, расширении и углублении теоретических исследований по рациональному раскря пиловочного сырья, в разработке теоретически обоснованного и практически приемлемого метода составления оптимальных поставов, учитывающих спецификационные требования потребителя и конкретные условия распиловки.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН ПАРАЛЛЕЛЬНО ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ

В разделе рассмотрено влияние формы ствола бревна, приравненной к усеченному конусу, на оптимальные размеры обрезных досок. В соответствии с (рис. 1), при $E_i \leq d$ наружная

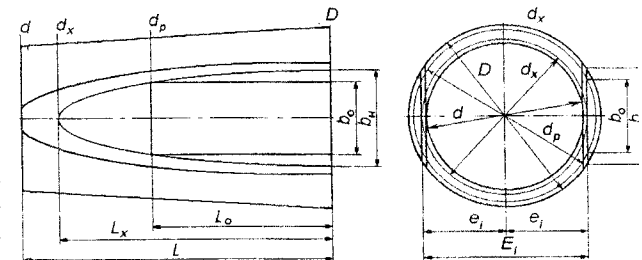


Рис. 1. Раскря необрезной доски

пласть необрезной доски ограничена усеченной или полной гиперболой, а длина такой доски равна длине бревна, т. е. $l_x = L$.

При $E_i > d$ наружная пласть необрезной доски ограничена полной гиперболой, а $l_x < L$, т. е. меньше длины бревна.

Площадь F_0 обрезной доски оптимальных размеров будет равна

$$F_0 = l_0 \sqrt{(D - cl_0)^2 - E_i^2}.$$

На основании исследования функции площади обрезной доски на максимум

$$\frac{dF_0}{dl_0} = \sqrt{(D - cl_0)^2 - E_i^2} - \frac{l_0(D - cl_0)c}{\sqrt{(D - d)^2 - E_i^2}} = 0$$

были определены оптимальная длина (l_0) и ширина (b_0) досок

$$l_0 = \frac{3D - \sqrt{D^2 + 8E_i^2}}{4c} \quad (1)$$

$$b_0 = \sqrt{\frac{D^2 + D\sqrt{D^2 + 8E_i^2} - 4E_i^2}{8}}, \quad (2)$$

и величина предельного охвата бревна поставом ($E_{пред.к}$)

$$E_{пред.к} = \sqrt{(D - cl_{min})^2 - b_{min}^2}, \quad (3)$$

где $D - cl_{min} = d_p$ - расчетный диаметр бревна; l_{min} и b_{min} - минимальная длина и ширина выпиливаемой доски; $c = (D - d)/L$ - сбег бревна; D и d - диаметр бревна в комле и в вершине.

При теоретическом исследовании раскря сегментов (рис. 2), установ-

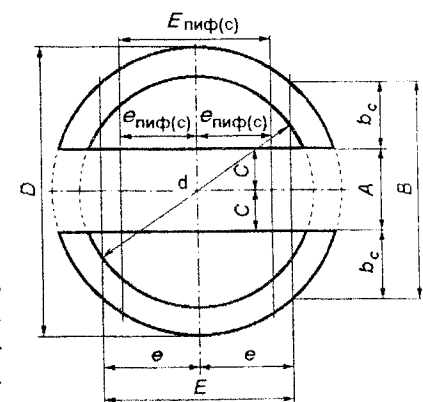


Рис. 2. Раскря бревна на сегменты

ливали аналитические зависимости для расчета оптимальной ширины и длины выпиленных из них обрезных досок. Для этого рассматривали раскрой односторонне-обрезных досок (рис. 3), выпиленных из сегментов бревен, форма ствола которых приравнена к усеченному параболоиду, на обрезные доски максимального объема. При этом вычисляли оптимальную длину и ширину прямоугольников 1-2-3-4 и 5-6-7-8 наибольшей площади, вписываемых в площадь, ограниченную боковыми ветвями парабола

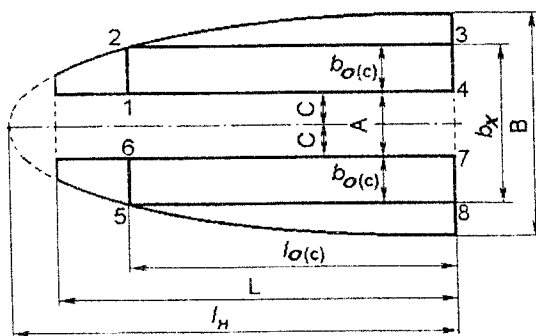


Рис. 3. Схема раскроя односторонне-обрезных досок

рабола $y^2 = 2Px$.

$$b_x = 2(b_{o(c)} + C). \quad (4)$$

Из уравнения параболы:

$$b_x^2/4 = 2P(l_n - l_{o(c)}), \quad (5)$$

$$B^2/4 = 2Pl_n, \quad (6)$$

где $2P = (D^2 - d^2)/4L$ - параметр параболы.

При совместном решении (5) и (6) относительно b_x и $l_{o(c)}$ получаем

$$b_x = B \sqrt{\frac{l_n - l_{o(c)}}{l_n}}, \quad (7)$$

$$l_{o(c)} = (B^2 - b_x^2) l_n / B^2, \quad (8)$$

$$l_n = B^2 L / (D^2 - d^2), \quad (9)$$

где $B = \sqrt{D^2 - E^2}$ - ширина пласти необрезной доски в комле.

Суммарная площадь боковых досок, выпиленных из односторонне-обрезных, составит

$$F = (b_x - A) l_{o(c)}. \quad (10)$$

После подстановки в (10) значения $l_{o(c)}$ из (8) получим,

$$F = \frac{l_n}{B^2} (b_x - A) (B^2 - b_x^2). \quad (11)$$

Исследуем функцию (11) на максимум

$$\frac{dF}{db_x} = \frac{l_n}{B^2} [(B^2 - b_x^2) - 2b_x(b_x - A)] = 0. \quad (12)$$

Решая далее относительно b_x , получаем

$$b_x = \sqrt{3(D^2 - E^2) + A^2 + A} / 3 \quad (13)$$

или с учетом (4) получим значение оптимальной ширины ($b_{o(c)}$) обрезной доски, выпиленной из сегмента,

$$b_{o(c)} = \sqrt{4R^2 - e^2 + C^2} / 3. \quad (14)$$

Для определения оптимальной длины обрезной доски $l_{o(c)}$, выпиленной из сегмента, в уравнение (8) подставим значение l_n из уравнения (9)

$$l_{o(c)} = (B^2 - b_x^2) L / (D^2 - d^2). \quad (15)$$

Далее, подставив в (15) значение b_x из (13) и заменив $B^2 = D^2 - E^2$, получим значение оптимальной длины ($l_{o(c)}$), обрезной доски, выпиленной в параболической зоне сегмента,

$$l_{o(c)} = \frac{2L}{9(R^2 - e^2)} \left\{ 3(R^2 - e^2) - [C^2 + C\sqrt{3(R^2 - e^2) + C^2}] \right\}. \quad (16)$$

Величину пифагорической зоны сегмента ($E_{пиф(c)n}$) вычисляли из условия

$$b_x = \sqrt{d^2 - E_{пиф(c)n}^2} = \sqrt{3(D^2 - E_{пиф(c)n}^2) + A^2 + A} / 3.$$

$$E_{пиф(c)n} = \sqrt{0,5 \{ 3d^2 - D^2 \} - [A^2 + A\sqrt{2(D^2 - d^2) + A^2}]}. \quad (17)$$

Анализируя уравнение (17) и построенные по нему графики (рис. 4), сделаем следующие выводы:

- при $A = 0$ значение пифагорической зоны сегмента является также величиной пифагорической зоны бревна, т. е.

$$E_{пиф(c)n} = E_{пиф.n} = \sqrt{0,5(3d^2 - D^2)};$$

- при $A > 0$ $E_{пиф(c)n} < E_{пиф.n}$;
- при увеличении толщины среднего бруса уменьшается $E_{пиф(c)n}$;
- с увеличением коэффициента сбега бревна, при прочих равных условиях, величина $E_{пиф(c)n} = 2e_{пиф(c)n}$ будет уменьшаться;

Установлено также, что:

- при $e_i \leq e_{бр} = \sqrt{r^2 - (C + h_{бр})^2}$,

$b_{o(c)} = h_{бр}$, соответственно $l_{o(c)} = L$;

- при $e_i < e_i < e_{пиф(c)n}$, - $l_{o(c)} = L$, соответственно $b_{o(c)} = \sqrt{r^2 - e^2} - C$. (18)

При $e_i > e_{пиф(c)n}$ оптимальную ширину обрезной доски, выпиленной в параболической зоне сегмента, вычисляют по уравнению (14), а оптимальную длину по уравнению (16). В практических расчетах нахождение ширины досок, выпиленных из параболической зоны сегмента, можно вести по уравнению

$$b_{o(c)} \approx \alpha(\sqrt{R^2 - e_i^2} - C), \quad (19)$$

где α - коэффициент, отражающий зависимость изменения оптимальной ширины обрезной доски, выпиленной из сегмента, от значения A и B .

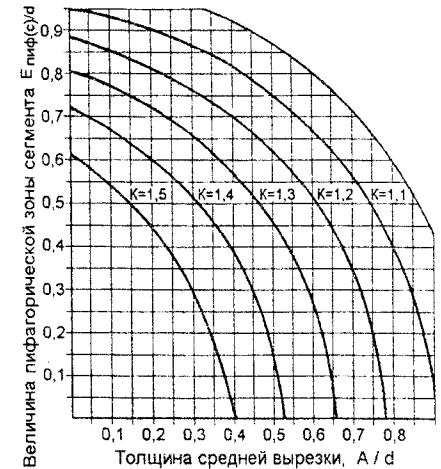


Рис. 4. График изменения $E_{пиф(c)n}$

Согласно проведенным исследованиям, следует принять $\alpha \approx 0,55$.

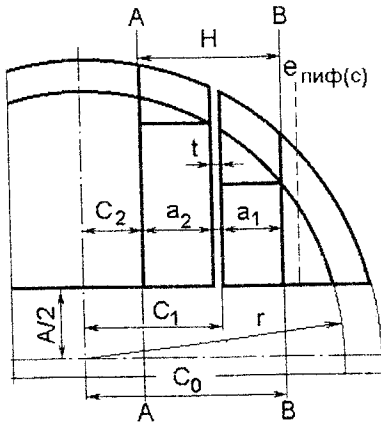


Рис. 5. Раскрой пифагорической зоны сегмента

При нахождении оптимальных толщин досок, выпиленных из пифагорической зоны сегмента (рис. 5), рассматривался раскрой зоны, ограниченной параллельными сечениями $A - A$ и $B - B$, отстоящими друг от друга на расстоянии $H = C_0 - C_2$ и удаленными от центра торца бревна на величину C_2 , на две смежные доски (a_1 и a_2) максимального объема, когда $a_1 = H - (a_2 + t)$.

Площадь поперечных сечений выпиленных досок вычисляют по следующим уравнениям:

$$F_1 = [H - (a_2 + t)] \left(\sqrt{r^2 - C_0^2} - \frac{A}{2} \right) \text{ и}$$

$$F_2 = a_2 \left[\sqrt{r^2 - (C_2 + a_2)^2} - \frac{A}{2} \right].$$

Исследуя суммарную площадь ($F = F_1 + F_2$) сечений обеих досок на максимум, получим

$$\frac{dF}{da_2} = \left[-\sqrt{r^2 - C_0^2} + \frac{A}{2} + \sqrt{r^2 - (C_2 + a_2)^2} - \frac{A}{2} - \frac{a_2(C_2 + a_2)}{\sqrt{r^2 - (C_2 + a_2)^2}} \right] = 0.$$

Заменив $C_2 + a_2 = C_1 - t$, полученное выражение решали относительно a_2 . В результате решения было установлено, что составление поставов на участке пифагорической зоны сегмента следует вести так же, как при распиловке пифагорической зоны бревна.

Установление аналитических зависимостей для расчета оптимальных размеров обрезных досок позволило определить основные положения по составлению рациональных поставов для их раскройки сегмента и боковых брусьев и выявить связь между количеством и толщиной выпиленных обрезных пиломатериалов.

На параболическом участке сегмента линия приведенной высоты пропила представляет бесцентровую кривую, близкую к прямой, поэтому задачу по нахождению оптимальных толщин досок, выпиленных из параболической зоны сегмента, следует представить задачей вписания в треугольник заданного числа досок одинаковой толщины. Расход ширины поставов на распиловку этих пиломатериалов вычисляют по уравнению

$$P_c = n(a + y + t) - \frac{E_{\text{пред}(с)} - E_0}{n} \quad (20)$$

где P_c - ширина поставов на распиловку параболической зоны сегмента; E_0 - ширина поставов на распиловку пифагорической зоны сегмента; n - количество досок одинаковой толщины в поставе на распиловку параболической

ской зоны сегмента; a - номинальная толщина выпиленных досок; y - величина припуска на усушку по толщине доски; t - ширина пропила. $E_{\text{пред}(с)}$ - величина предельного охвата сегмента (бокового брусья) поставом

$$E_{\text{пред}(с)} = \sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_{\text{min}} - (2b_{\text{min}} + A)^2}, \quad (21)$$

При заданной толщине досок их количество, как следует из выражения (20), вычисляют по уравнению

$$n = \frac{E_{\text{пред}(с)} - E_0}{(a + y) + t}, \quad (22)$$

а при заданном количестве досок их толщину вычисляют по уравнению

$$(a + y) = \frac{E_{\text{пред}(с)} - E_0}{n} - t. \quad (23)$$

Полученные аналитические зависимости являются обоснованием к составлению рациональных поставов при раскросе сегмента и бокового брусья на обрезные пиломатериалы.

Для раскройки бревен параллельно их продольной оси был разработан алгоритм расчета на ЭВМ данных к построению графиков по составлению поставов и построены графики для составления поставов на распиловку бревен диаметром от 50 до 90 см. (рис. 6), что имеет большое значение для лесопильных предприятий Восточной Сибири и Дальнего Востока, где будет происходить преимущественное развитие лесопиления; графики для составления поставов на распиловку хвойного пиловочного сырья диаметром от 10 до 50 см со сбежистостью характерной для пиловочника Уральского региона и графики для составления поставов на распиловку боковых зон бревен на доски одинаковых толщин (рис. 7).

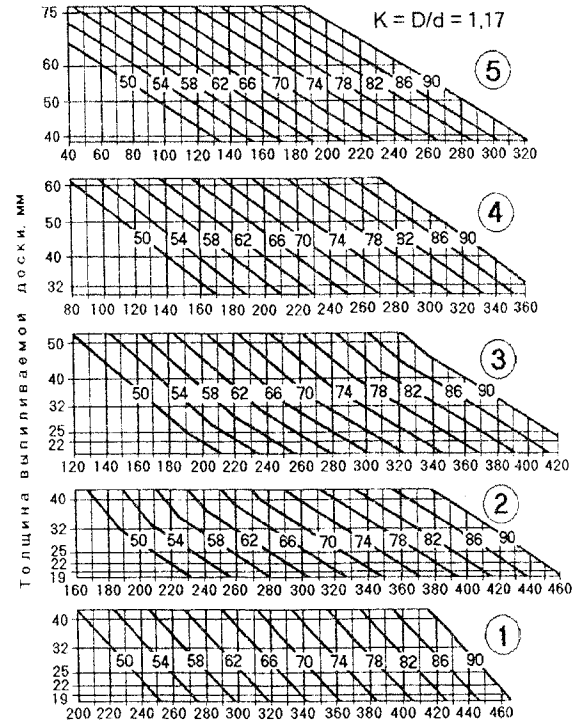


Рис. 6. Графики для составления поставов на распиловку крупномерных бревен

на распиловку крупномерных бревен на распиловку бревен диаметром от 50 до 90 см. (рис. 6), что имеет большое значение для лесопильных предприятий Восточной Сибири и Дальнего Востока, где будет происходить преимущественное развитие лесопиления; графики для составления поставов на распиловку хвойного пиловочного сырья диаметром от 10 до 50 см со сбежистостью характерной для пиловочника Уральского региона и графики для составления поставов на распиловку боковых зон бревен на доски одинаковых толщин (рис. 7).

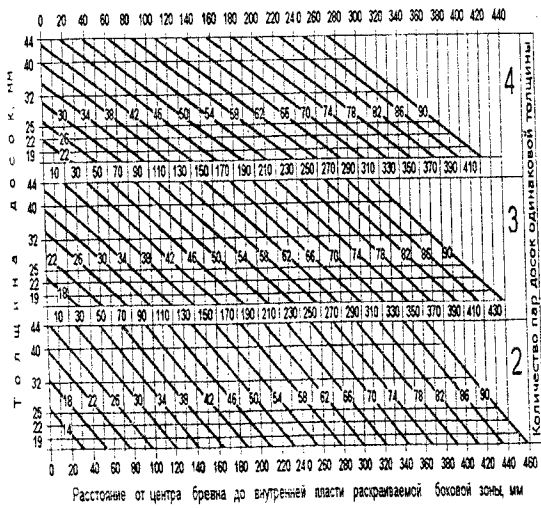


Рис. 7. Графики для распиловки боковой зоны бревен на доски одинаковых толщин

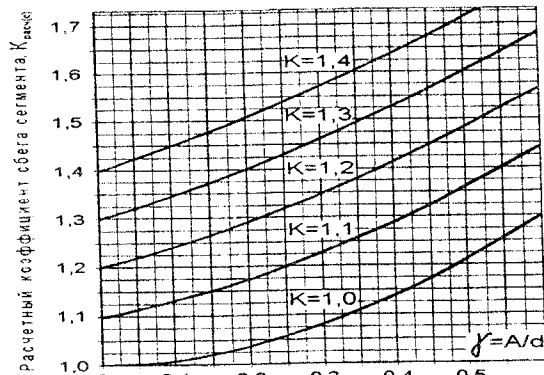


Рис. 8. График для определения $K_{расч(с)}$

По уравнению (25) построен график (рис. 8), позволяющий находить величину $K_{расч(с)}$ в зависимости от изменений значений K и γ , а также сделать дополнения к график-квadrantu.

При $A > 0$ $K_{расч(с)} > K$, поэтому на график-квadrant (рис. 9) дополнительно нанесены прямые с отметками от $K = 1,5$ до $K = 1,7$, которые аналогичны прямым, имеющим отметки от $K = 1,1$ до $K = 1,4$.

На график-квadrant дополнительно нанесены параллельные прямые ($C = A/2$), предназначенные для нахождения (по шкале 2) оптимальных

Составление поставок с помощью графиков (рис. 7) позволяет без существенного снижения их объемного выхода уменьшить количество толщин выпиленных пиломатериалов, улучшить условия работы технологических линий по окончательной обработке досок, их сортировке, пакетированию и транспортированию.

По аналогии с уравнением для расчета пифагорической зоны бревна уравнение для вычисления пифагорической зоны сегмента можно представить в следующем виде:

$$e_{пиф(с)} = r \sqrt{15 - 0,5K_{расч(с)}^2}, \quad (24)$$

где $K_{расч(с)}$ - расчетный коэффициент сбега сегмента (бокового бруса).

После подстановки в уравнение (24) значения $e_{пиф(с)}$ и замены $C/r = A/d = \gamma$ получаем (25)

$$K_{расч(с)} = \sqrt{K^2 + \gamma^2 + \gamma \sqrt{2K^2 - 1} + \gamma^2},$$

где K - коэффициент сбега бревна.

По уравнению (25) построено

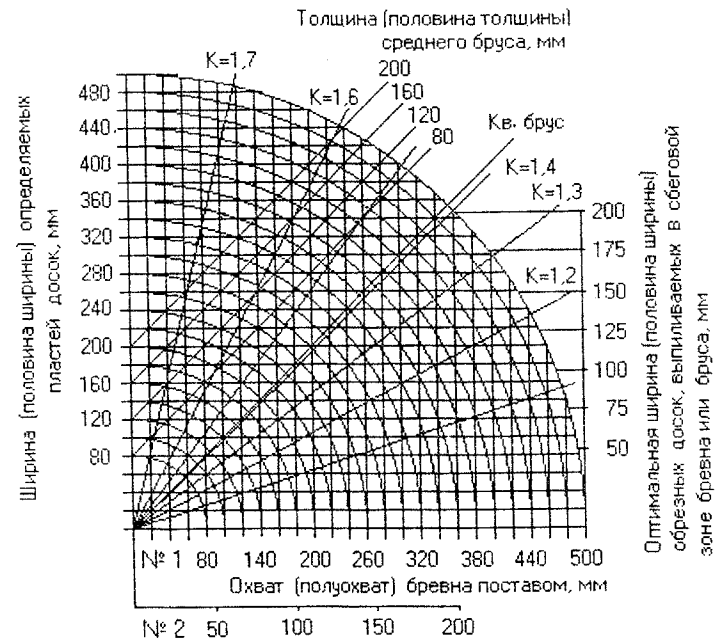


Рис. 9. График-квadrant для расчета поставок

ширин досок ($b_{0(с)}$), выпиленных из параболической зоны сегмента и бокового бруса.

Для нахождения оптимальной ширины и длины пиломатериалов, выпиленных из соснового пиловочного сырья Уральского региона, разработана номограмма (рис. 10), на которой условно выделены четыре зоны (A, B, C, D).

В зоне A четверти окружностей торцовых сечений бревен диаметром от 10 до 50 см, предназначены для нахождения оптимальных ширин досок, выпиленных из пифагорической части бревен. В зоне B четверти торцовых сечений бревен диаметром от 10 до 50 см, предназначенных для нахождения оптимальных ширин досок, выпиленных из параболической части бревен. В зоне C вспомогательные кривые, предназначены для нахождения оптимальных длин досок, выпиленных из параболической части бревен. В зоне D пучок наклонных линий, исходящий из одной точки, представляет длину бревен от 3 до 6,5 м. На нижней горизонтальной шкале этой зоны находят значения оптимальных длин досок, выпиленных из параболической части бревен различных длин.

18

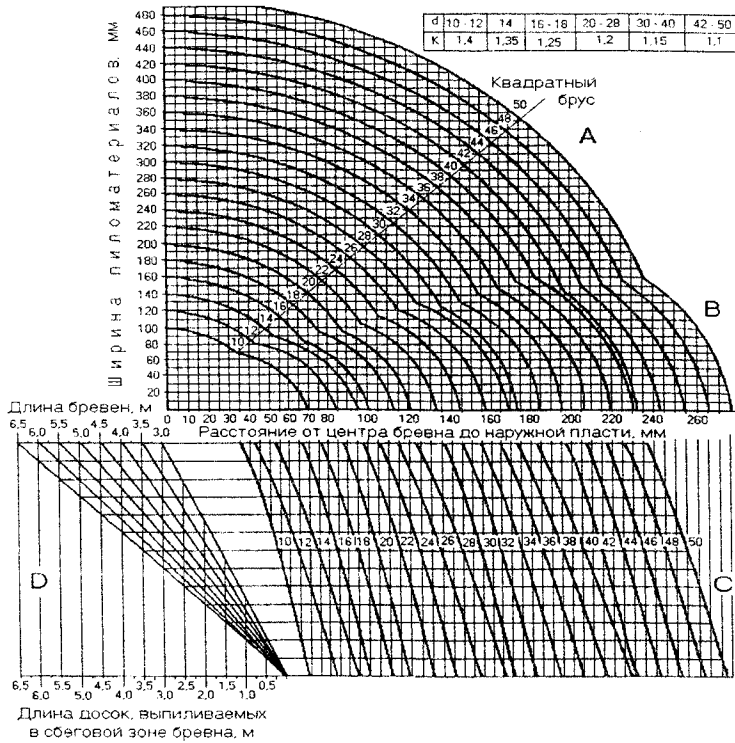


Рис. 10. Номограмма для расчета поставов

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН ПАРАЛЛЕЛЬНО ОБРАЗУЮЩЕЙ

При установлении оптимальных толщин обрезных досок, выпиленных параллельно образующей (рис. 11), последовательно исследовались на максимум функции их суммарных объемов.

Объем (V_1) одной обрезной доски a_1 , выпиленной из сегмента,

$$V_1 = 2La_1\sqrt{r^2 - e_1^2} \quad (26)$$

Объем (V_2) двух обрезных досок a_1 и a_2 , выпиленных из сегмента,

$$V_2 = 2L(a_1\sqrt{r^2 - e_1^2} + a_2\sqrt{r^2 - e_2^2}), \quad (27)$$

Объем (V_m) m обрезных досок $a_1, a_2, \dots, a_{m-1}, a_m$, выпиленных из сегмента,

$$V_m = 2L(a_1\sqrt{r^2 - e_1^2} + a_2\sqrt{r^2 - e_2^2} + \dots + a_{m-1}\sqrt{r^2 - e_{m-1}^2} + a_m\sqrt{r^2 - e_m^2}), \quad (28)$$

где L - длина бревна.

19

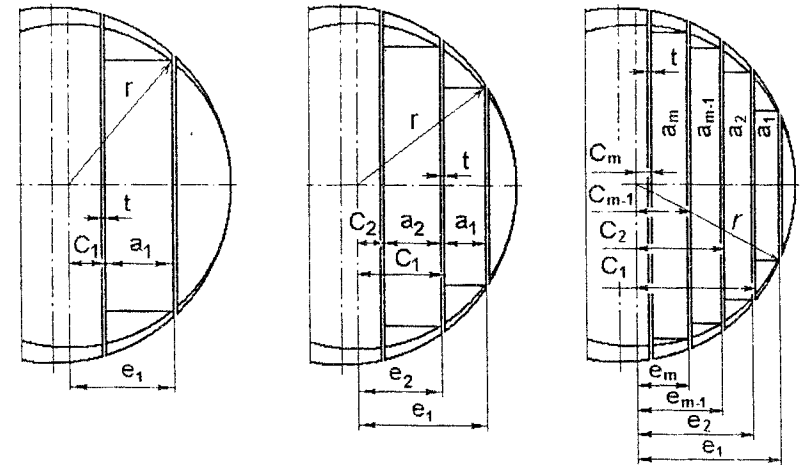


Рис. 11. Распиловка сегмента параллельно образующей:

r - радиус бревна в вершинном торце; t - величина пропила; $a_1, a_2, \dots, a_{m-1}, a_m$ - толщины выпиленных досок; $e_1, e_2, \dots, e_{m-1}, e_m$ - расстояния от центра торца бревна в вершине до наружной пласти доски соответствующего номера; C_1, C_2, C_{m-1}, C_m - расстояния от центра торца бревна в вершине до внутренней пласти доски соответствующего номера.

Далее каждую функцию (26 ... 28) исследовали на максимум. Для одной выпиленной доски (функция 26)

$$\frac{dV_1}{da_1} = 2L \left[\sqrt{r^2 - e_1^2} + a_1 \frac{(-2e_1)}{2\sqrt{r^2 - e_1^2}} \right] = 0.$$

В результате решения исследуемого уравнения относительно a_1 получаем $a_1 = (r^2 - e_1^2) / e_1$.

При известном диаметре бревна и расстоянии C_1 после замены $e_1 = C_1 + a_1$ и решения полученного уравнения, вычислим значение оптимальной толщины доски a_1

$$a_1 = 0,25\sqrt{8r^2 + C_1^2 - 3C_1}. \quad (29)$$

При исследовании функции 27 на максимум для двух выпиленных досок

$$\frac{dV_2}{da_2} = 2L \left[a_1 \frac{(-2e_1)}{2\sqrt{r^2 - e_1^2}} + \sqrt{r^2 - e_2^2} + a_2 \frac{(-2e_2)}{2\sqrt{r^2 - e_2^2}} \right] = 0.$$

При решении полученного уравнения установлено, что оптимальную толщину доски a_2 следует вычислять по уравнению

$$a_2 = \frac{\sqrt{r^2 - (C_1 - t)^2} \left[\sqrt{r^2 - (C_1 - t)^2} - \sqrt{r^2 - (C_1 + a_1)^2} \right]}{C_1 - t}, \quad (30)$$

при этом $C_1 - (a_2 + t) = C_2$.

При известном $C_{m-1} = C_{m-2} - (a_{m-1} + t)$ после исследования функции 28 на максимум и соответствующего решения толщина доски a_m будет рассчитана по уравнению

$$a_m = \frac{\sqrt{r^2 - (C_{m-1} - t)^2} \left[\sqrt{r^2 - (C_{m-1} - t)^2} - \sqrt{r^2 - (C_{m-1} + a_{m-1})^2} \right]}{C_{m-1} - t}, \quad (31)$$

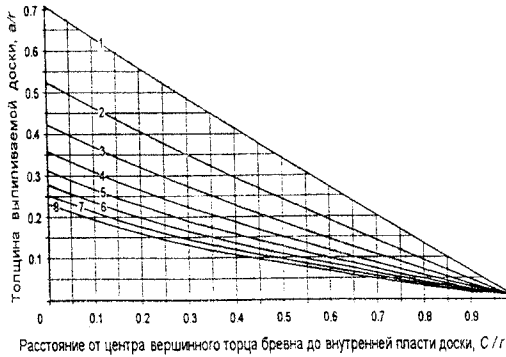


Рис. 12. Графики оптимальных толщин

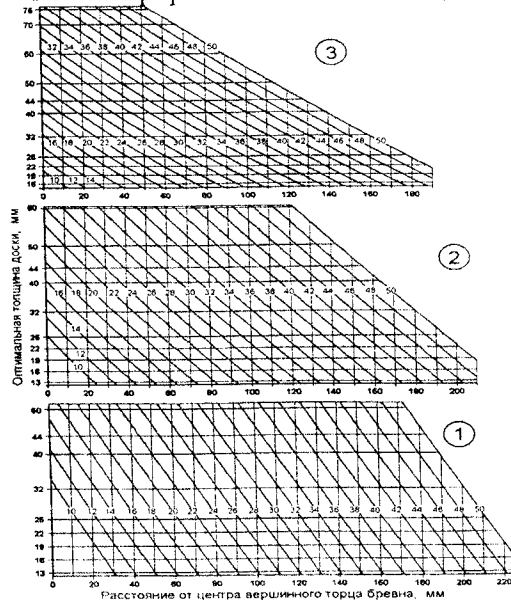


Рис. 13. Графики для составления поставок

при этом $C_m = C_{m-1} - (a_m + t)$.

Решение исследуемой задачи имеет важное теоретическое и практическое значение, так как позволяет установить максимально возможный суммарный выход обрезных пиломатериалов при заданном их количестве в поставке для распиловки бревна параллельно образующей.

По результатам исследований для различного количества (от 1 до 8) досок в поставке построены графики (рис. 12) зависимости величины a_m/r (значения оптимальной толщины m -й доски в долях радиуса бревна) от величины C/r (расстояния от центра вершинного торца бревна до ее внутренней пласти в долях радиуса бревна) при нумерации досок от периферии к центру торца.

Использование поставок, составленных по графикам (рис. 12), для различного количества досок обеспечивает наибольший объемный выход обрезных пиломатериалов. При этом максимальный

объемный выход будет иметь постав с количеством досок, соответствующим нижнему графику.

На основании проведенных исследований для практического применения разработаны графики к составлению рациональных поставок при распиловке сегмента параллельно образующей (рис. 13).

Исследованиями установлено, что составление рациональных поставок на распиловку бревен параллельно образующей следует вести так же, как и на распиловку бревен цилиндрической формы.

Для расчета значений ширин досок, выпиленных из бревен параллельно образующей, получены расчетные формулы и разработаны графики (рис. 14).

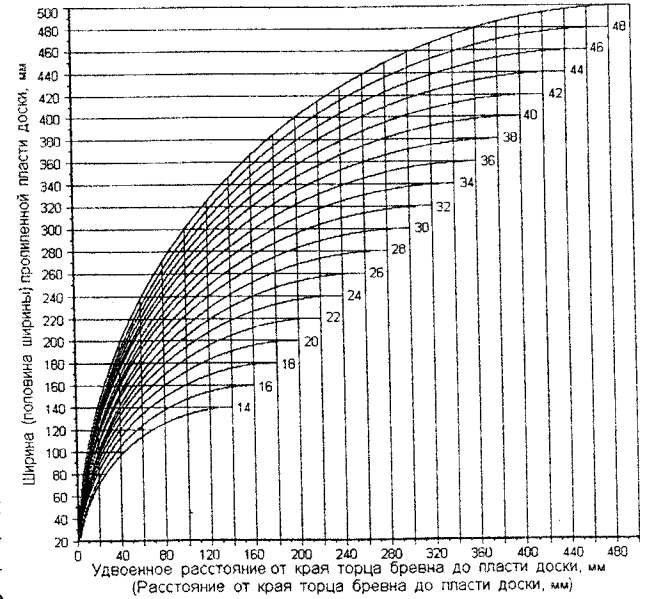


Рис. 14. Графики для расчета поставок при распиловке бревен параллельно образующей

На основании проведенных исследований получены аналитические зависимости для расчета величины предельного полуохвата бревна поставом ($e_{пред.2}$) при распиловке параллельно образующей:

- для бревен, имеющих форму ствола в виде усеченного параболоида

$$e_{пред.2.н} = \sqrt{R^2 - \frac{R^2 - r^2}{L} l_{мин} - \left(\frac{b_{мин}}{2}\right)^2} - \sqrt{R^2 - \frac{R^2 - r^2}{L} l_{мин} + r}, \quad (33)$$

- для бревен, имеющих форму ствола в виде усеченного конуса

$$e_{пред.2.к} = \sqrt{\left(R - \frac{R-r}{L} l_{мин}\right)^2 - \left(\frac{b_{мин}}{2}\right)^2} - R + \frac{R-r}{L} l_{мин} + r, \quad (34)$$

где $l_{мин}$ и $b_{мин}$ - минимальная длина и минимальная ширина выпиленных досок.

4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА РАЗМЕРНЫЕ И ОБЪЕМНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЫПИЛИВАЕМЫХ ДОСОК

В разделе дана оценка точности существующих способов расчета средней ширины необрезных пиломатериалов при выпилке их параллельно продольной оси бревна и параллельно образующей. Показано, что существующий в практике, и изложенный в отечественных и европейских стандартах, способ расчета ширины необрезных досок, как средней арифметической величины суммы ширин наружной и внутренней пластей на середине длины досок, приводит к занижению их действительного объема.

Установлено, что наибольшее влияние на величину относительной разности значений средних ширин необрезных досок $P_{b,cr,\%}$, рассчитанных различными способами, оказывают толщина доски и удаление ее пластей от центра вершинного торца бревна. Для толстых досок при их выпилке параллельно продольной оси относительная разность может достигать до 14%, а при выпилке параллельно образующей до 16%.

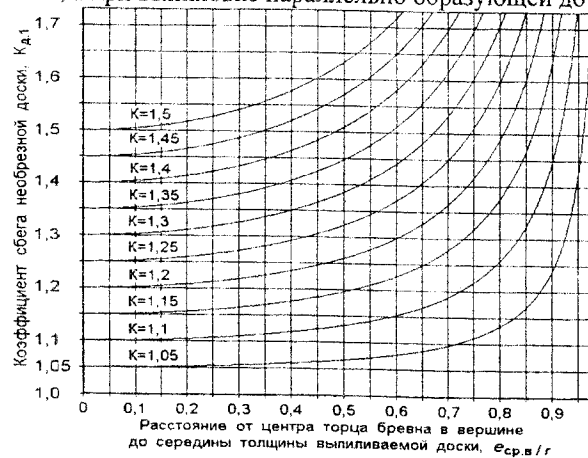


Рис. 15. Изменение коэффициентов сбега необрезных досок при распиловке бревен параллельно продольной оси

вершинного торца бревна до середины толщины выпиливаемой доски; r - радиус бревна в вершине).

При распиловке бревен параллельно продольной оси коэффициент сбега необрезной доски $K_{d,1}$ (рис. 15) вычисляют по следующей формуле:

$$K_{d,1} = \sqrt{\frac{K^2 - (e_{cp,e}/r)^2}{1 - (e_{cp,e}/r)^2}} \quad (35)$$

Из анализа выражения (35) и графиков (рис. 15), вытекает следующее:
 - у необрезных сердцевинных досок ($e_{cp,e} = e_{cp,k} = 0$) коэффициент сбега равен коэффициенту сбега бревна, т. е. $K_{d,1} = K$;
 - у необрезных центральных и боковых досок ($e_{cp,e} = e_{cp,k} > 0$), выпиленных параллельно оси бревна, коэффициенты сбега всегда больше, чем у исходного бревна.

При распиловке бревен параллельно образующей (рис. 16) коэффициент сбега необрезной доски $K_{d,2}$ вычисляют по следующей формуле:

$$K_{d,2} = \sqrt{\frac{K^2 - [(e_{cp,e}/r) + (K-1)]^2}{1 - (e_{cp,e}/r)^2}} \quad (36)$$

Из анализа выражения (36) и графиков (рис. 16), вытекает следующее:

- у необрезных досок, выпиленных параллельно образующей бревна ($e_{cp,e} > 0$, $e_{cp,k} > 0$), коэффициенты сбега всегда меньше коэффициента сбега исходного бревна, т. е. $K_{d,2} < K$ и уменьшаются с удалением доски от центра постава;

- для всех необрезных досок, выпиленных параллельно образующей, $b/B > 0,577$, поэтому доска максимального объема будет иметь длину равную длине бревна ($l_o = L$), а ее оптимальную ширину (b_o) вычисляют через радиус бревна в вершине (r);

Анализируя характер изменения коэффициентов сбега необрезных досок при распиловке сравнимыми способами, отметим следующее:

- на коэффициент сбега необрезных досок, равных длине бревна, форма бревна влияния не оказывает;
- при одинаковых $e_{cp,e}/r$ и коэффициентах сбега бревен $K_{d,1} \geq K > K_{d,2}$, т. е. полный объем необрезной доски в первом случае распиловки будет больше;
- относительная разность величин объемов $P_{\%n}$ необрезных досок в зависимости от исследуемых способов распиловки, коэффициентов сбега бревен и расстояния от центра вершинного торца бревна до середины выпи-

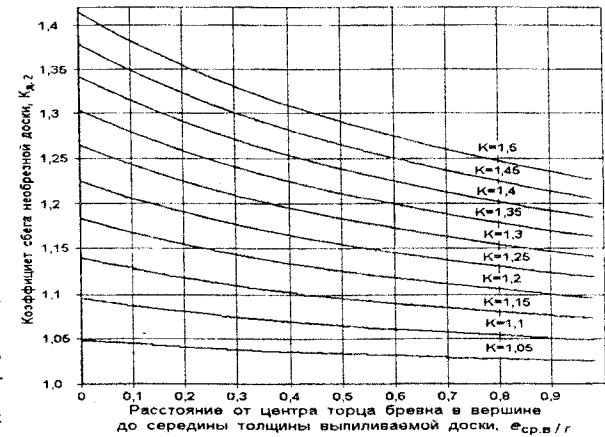


Рис. 16. Изменение коэффициентов сбега необрезных досок при распиловке бревен параллельно образующей

ливаемой доски, для бревен, имеющих форму ствола в виде усеченного параболоида (рис. 17), может составлять от 2 до 40%. При этом влияние формы образующей ствола не превышает 1%.

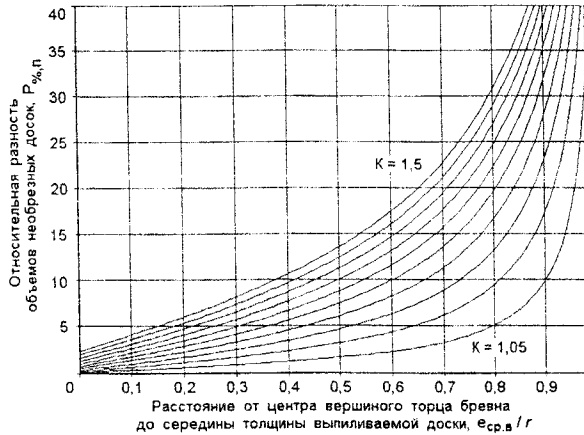


Рис. 17. Изменение относительной разности объемного выхода необрезных досок в зависимости от способа распиловки бревен

риалов из необрезных в различных способах раскроя бревен вели по следующему уравнению:

$$\eta_{обр, \%} = \frac{b_o}{b_{н.о}} \cdot 100\% . \quad (37)$$

где b_o - ширина обрезной прямоугольной доски в обоих способах распиловки

$$b_o = b_{o,1} = b_{o,2} = 2r\sqrt{1 - [(e_{вн.г}/r) + 2N]^2} . \quad (38)$$

При распиловке бревен параллельно продольной оси среднюю ширину необрезной доски $b_{н.о.1}$ вычисляли по следующим уравнениям:

$$b_{н.о.1.п} = 2r\sqrt{0,5(K^2 + 1) - [(e_{вн.г}/r) + N]^2} , \quad (39)$$

- для бревен с формой ствола в виде усеченного параболоида

$$b_{н.о.1.к} = 2r\sqrt{0,25(K + 1)^2 - [(e_{вн.г}/r) + N]^2} . \quad (40)$$

При распиловке параллельно продольной оси (рис. 18) с удалением от центра постава увеличиваются коэффициенты сбега необрезных досок и объемы в них сбеговых зон, что приводит к снижению объемного выхода обрезных пиломатериалов.

Значительная относительная разность объемов необрезных досок, выпиленных при раскрое бревен параллельно их продольной оси и параллельно образующей, указывает на преимущество последнего способа распиловки, особенно при выработке длинномерных пиломатериалов, заготовок и деталей.

Исследование объемного выхода $\eta_{обр, \%}$ обрезных прямоугольных пиломате-

При распиловке бревен параллельно образующей (рис. 19) среднюю ширину необрезной доски $b_{н.о.2}$ вычисляли - для бревен с формой ствола в виде усеченного параболоида

$$b_{н.о.2.п} = 2r\sqrt{0,5(K^2 + 1) - [(e_{вн.г}/r) + N + \sqrt{0,5(K^2 + 1) - 1}]^2} , \quad (41)$$

- для бревен с формой ствола в виде усеченного конуса

$$b_{н.о.2.к} = 2r\sqrt{0,25(K + 1)^2 - [(e_{вн.г}/r) + N + 0,5(K - 1)]^2} , \quad (42)$$

На рис. 18 и 19 показаны графики изменения объемного выхода обрезных пиломатериалов из необрезных досок, выпиленных различными способами из бревен с формой ствола приравненной к усеченному параболоиду.

Исследованиями установлено, что при аналогичном расположении досок в постава выход обрезных пиломатериалов из необрезных, выпиленных параллельно продольной оси. При этом с удалением доски от центра постава и с изменением толщин выпиляемых досок относительная разность сравниваемых объемов обрезных пиломатериалов изменяется от 3 до 60%.

Необходимо отметить, что при

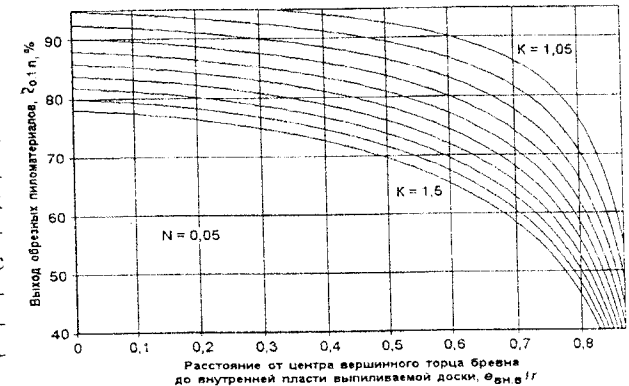


Рис. 18. Выход обрезных пиломатериалов толщиной 0,05d из необрезных при распиловке бревна параллельно продольной оси

в постава выход обрезных пиломатериалов из необрезных, выпиленных параллельно образующей, на 2...18% выше, чем из

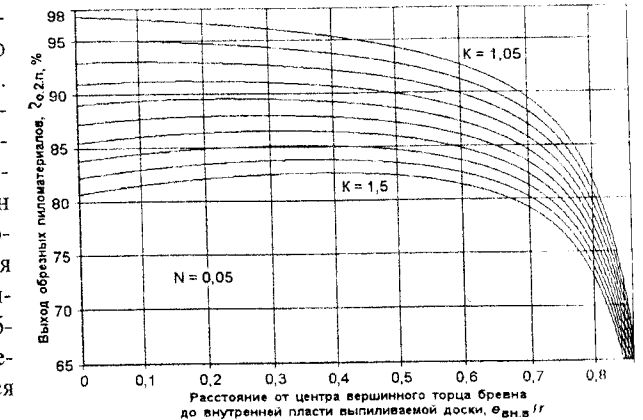


Рис. 19. Выход обрезных пиломатериалов толщиной 0,05d из необрезных при распиловке бревна параллельно образующей

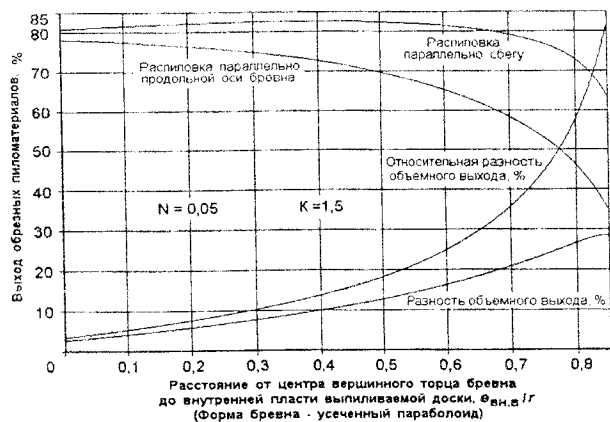


Рис. 20. Изменение объемного выхода обрезных пиломатериалов в двух способах распиловки

обрезных специфицированных пиломатериалов в основном поставе обоих способов распиловки практически одинаков. Однако, за счет переработки клиновидной вырезки, полученной при распиловке бревен параллельно образующей, общий объемный выход обрезных пиломатериалов может быть увеличен на 5...8%.

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АНАТОМИЧЕСКИХ ПОРОКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ БРЕВЕН НА ТОЛЩИНУ ВЫПИЛИВАЕМЫХ ДОСОК

Важным технологическим требованием при раскросе центральной зоны пиловочного сырья является соблюдение размеров минимальных толщин сердцевинных и центральных досок, так как согласно ГОСТ 8486-86 "Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия" на качество пиломатериалов оказывает значительное влияние анатомическая сердцевина и круговые (отлупные) трещины годичных слоев, прилегающих к сердцевине, которые снижают стоимость выпиленных досок, ухудшают их товарный вид и физико-механические характеристики. По этой причине при продольном распиливании центральной зоны бревен указанные пороки стремятся включить в одну (сердцевинную) или две (центральные) доски, чтобы сохранить высокое качество смежных с ними боковых досок.

Проведенными исследованиями установлено, что рациональные толщины досок, выпиленных из центральной зоны бревен, могут быть рассчитаны по уравнениям

$$a_c = e + d_z/2 + b - t/2, \quad (43)$$

$$a_s = 2(e + b) + d_z. \quad (44)$$

распиловке параллельно образующей (рис. 19, рис. 20) бревен с большим коэффициентом бега на доски толщиной не более $0,1d$, с увеличением $e_{вн.с}/r = 0,0...0,38$ наблюдается повышение объемного выхода обрезных пиломатериалов из необрезных от 80,72 до 82,59%.

Объемный выход

где d - диаметр бревна в вершине; a_c - толщина центральной доски; a_s - толщина сердцевинной доски; d_z - диаметр зоны кольцевых трещин вблизи сердцевины; e - величина отклонения сердцевины от геометрического центра поперечного сечения бревна; $d_{a.s}$ - диаметр анатомической сердцевины; t - ширина пропила; b - величина отклонения геометрического центра торца бревна от центра постава при распиловке.

Установление возможных значений указанных величин проводили экспериментальным путем в соответствии с разработанными методическими положениями по определению встречаемости и величины отлупа годичных слоев, прилегающих к сердцевине; величины отклонения сердцевины от центра торца бревна, толщины годичных слоев вблизи сердцевины, величины отклонения вершины бруса от центра постава при распиловке, величины диаметра сердцевины; зоны вероятного отлупа годичных слоев, прилегающих к сердцевине.

При определении встречаемости и величины отлупа годичных слоев около сердцевины на складе сырья Верхотурского лесозавода было обследовано 5000 штук сосновых бревен. Исследованиями установлено, что с увеличением диаметров бревен встречаемость кольцевых трещин около сердцевины увеличивается в вершинных бревнах от 1,3 до 1,6%, в срединных - от 1,6 до 14,3%, в комлевых - от 2,1 до 34,0%. Размеры кольцевых трещин около сердцевины независимо от величины диаметров бревен находились в пределах от 8 до 36 мм и включали в себя, как правило, до пяти годичных колец.

Экспериментальными исследованиями установлено, что средняя величина отклонения центра вершины бруса от центра постава при распиловке составляет 5,4 мм, а величина отклонения сердцевины от центра торца бревна и диаметр бревна находятся в зависимости, которая аппроксимируется уравнением прямой

$$e_i = 0,015d_i + 5,9, \quad (45)$$

при этом коэффициент корреляции составил 0,89.

На основании данных экспериментальных работ была выдвинута гипотеза о наличии вблизи сердцевины радиальной связи годичных колец и зон различной прочности, на границе которых возможно возникновение отлупных трещин. Поэтому при исследовании величины зоны вероятного отлупа годичных слоев, прилегающих к сердцевине, рассчитывали предел прочности древесины при скалывании вдоль волокон по дуге годичного слоя. Для проведения испытаний было разработано устройство к испытательной машине, защищенное авторским патентом. Исследования проводили с помощью методов математического планирования экспериментов. При обработке полученных данных проверку гипотезы о законе распределения результатов наблюдений вели по критерию Пирсона, проверку однородности дисперсий - по критерию Кохрена, оценку значимости коэф-

коэффициентов уравнения регрессии – по критерию Стьюдента, проверку гипотезы о равенстве средних – по критерию Фишера.

На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что в пиломатериалах из срединных и комлевых бревен, появление кольцевых трещин около сердцевины следует ожидать в зоне окончания пятого годичного слоя.

По результатам исследований разработаны рекомендации и составлены номограммы (рис. 21) для нахождения рациональных толщин досок, выпиленных из центральной зоны соснового пиловочного сырья.

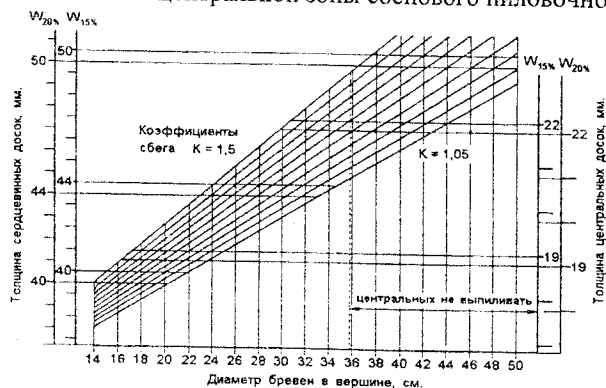


Рис. 21. Номограмма для нахождения рациональных толщин сердцевинных и центральных досок

Рациональный раскрой центральной зоны пиловочного сырья с соблюдением рекомендаций проведенных исследований позволяет повысить стоимостный выход выпиленных боковых пиломатериалов не изменяя технологический процесс и общие затраты на его осуществление.

6. ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В разделе приведены данные промышленной проверки результатов проведенных исследований по раскрою сегмента и бокового бруса на объемный выход пиломатериалов и по оценке влияния на ценностный выход толщин пиломатериалов, выпиленных из центральной зоны бревен.

Для практической оценки выводов и рекомендаций проведенных теоретических исследований по раскрою сегмента и бокового бруса в лесопильном цехе Верхотурского лесозавода были проведены опытные распиловки соснового пиловочного сырья. В целом по распиловкам разность между расчетным и фактическим выходом пиломатериалов при раскросе бревен составила 2,8%, а раскросе боковых брусьев – 2,4%. Показатель точности коэффициента, характеризующего отношение фактического и расчетного выхода пиломатериалов из бревен, составил 1,26, а из боковых брусьев – 1,07%, т. е. результаты промышленной проверки с достаточной точностью согласуются с данными теоретических исследований.

Оценка влияния разработанных рекомендаций на ценностный выход пиломатериалов, выпиленных из центральной зоны бревен, проводилась на основании результатов промышленной поверки. На Верхотурском лесозаводе Свердловской области были проведены опытные распиловки соснового пиловочного сырья по двум вариантам: по существующим рекомендациям и по рекомендациям проведенных исследований. Критерием оценки качества был выбран средний ценностный коэффициент пиломатериалов

$$C = \sum_{i=1}^n A_i K_i / \sum_{i=1}^n A_i; (i = 1, \dots, n) \forall A, K, \quad (46)$$

где A_i - количество пиломатериалов i -ой сорторазмерной группы, m^3 ;

K_i - соответствующий i -ым пиломатериалам ценностный коэффициент.

Промышленная проверка показала, что средний ценностный коэффициент сердцевинных и центральных досок, полученных в разработанном варианте выше, чем в первом.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Получены аналитические зависимости для расчета оптимальных размеров досок в пифагорической и параболической зоне сегмента, расчета величин пифагорической зоны и предельного охвата поставом сегмента и бокового бруса.

Разработаны теоретические положения, создающие основу для решения практических задач составления рациональных поставов на распиловку сегмента и бокового бруса, позволяющие вести сравнительный анализ оптимальности составленных поставов. Показано, что составление поставов на распиловку пифагорической зоны сегмента следует вести так же, как и на распиловку пифагорической зоны бревна, а распиловку параболической зоны сегмента и зоны, лежащей за пределами пропиленной в вершине узкой пласти бокового бруса, рекомендуется производить на доски равной толщины.

2. На основе полученных аналитических зависимостей разработан алгоритм расчета данных к построению графиков для составления оптимальных поставов при распиловке бревен параллельно их продольной оси. Построены практические графики для нахождения рациональных толщин досок при распиловке боковой зоны средних брусьев и бревен: диаметром от 50 до 90 см; диаметром от 10 до 50 см со сбежистостью, характерной для Уральского региона; диаметром от 10 до 90 см на доски равной толщины. Последние позволяют уменьшить количество толщин вырабатываемых пиломатериалов без существенного снижения их объемного выхода, сокращает трудозатраты и улучшает условия работы технологических участ-

ков по окончательной обработке досок, их сортировке, пакетированию и транспортированию.

3. Разработаны дополнения к графику-квадранту, позволяющие находить оптимальные размеры обрезных досок, выпиленных из бревен крупных диаметров, пифагорической и параболической зон сегментов и боковых брусьев. Построена номограмма для нахождения оптимальной ширины и длины выпиленных пиломатериалов, учитывающая размерные особенности хвойного пиловочного сырья Уральского региона.

4. Получены аналитические зависимости для расчета оптимальных размеров пиломатериалов, выпиленных параллельно образующей бревна, и величины предельного полуохвата бревен поставом. Определены исходные положения по составлению рациональных поставов при распиловке бревен параллельно сбегу.

Решение исследуемой задачи имеет важное теоретическое и практическое значение, так как позволяет установить суммарный максимально возможный объемный выход обрезных пиломатериалов при заданном их количестве в поставе.

5. Для практического применения разработаны графики для составления оптимальных и рациональных поставов и графики для расчета оптимальных ширин выпиленных досок. При этом графики для составления поставов на распиловку бревен параллельно образующей являются одновременно графиками для составления поставов на распиловку бревен, имеющих цилиндрическую форму. Проведенные теоретические исследования создают основу решения практических задач по рациональному раскрою бревен параллельно образующей на ленточнопильных и круглопильных станках.

6. Разработанные материалы позволяют на практике в простой и доступной форме обоснованно решать вопросы выбора рациональных способов и схем раскроя пиловочного сырья различных диаметров на специфицированные пиломатериалы, находить оптимальные по толщине, ширине и длине размеры выпиленных досок, устанавливать структуру поставов и проводить их сравнительный анализ, увязывая величины диаметров бревен, количество и размеры выпиленных досок со спецификационными требованиями потребителей.

7. Установлено, что существующий в отечественных и европейских стандартах метод расчета средней ширины необрезных досок как средней арифметической величины суммы ширин наружной и внутренней пластей на середине длины доски приводит на практике при поштучном учете к занижению на 10...16% их действительного объема.

8. Величина коэффициента сбега выпиленной доски зависит от способа раскроя бревен, места доски в поставе, коэффициента сбега бревна. Величины коэффициентов сбега необрезных досок, выпиленных парал-

лельно продольной оси бревна, больше, чем у исходного бревна и увеличиваются с увеличением расстояния от центра торца бревна. Величины коэффициентов сбега необрезных досок, выпиленных из бревна параллельно образующей, меньше, чем у исходного бревна и уменьшаются с увеличением расстояния от центра торца бревна.

9. Объемный выход обрезных пиломатериалов из необрезных, выпиленных параллельно образующей бревна, на 2...18% больше, чем из необрезных, выпиленных параллельно продольной оси. При этом относительная разность сравниваемых объемов обрезных пиломатериалов может изменяться от 3 до 60%. Влияние формы образующей ствола бревна на объемный выход обрезных пиломатериалов из необрезных не превышает 1% в обоих способах распиловки. Уменьшение выхода обрезных пиломатериалов в бревнах с формой ствола – усеченный параболоид обусловлено большим объемом сбеговой зоны необрезной доски.

10. На основании исследований, проведенных по разработанной методике, установлено, что существующее в практике лесопиления предположение о связи величины отлупной трубки вокруг сердцевины с величиной диаметра бревна не подтвердилось. Основное влияние на рациональную толщину досок, выпиленных из центральной зоны бревен, оказывает величина отклонения анатомической сердцевины от центра торца бревна и размер зоны вероятного появления кольцевых трещин по годичным слоям, прилегающим к сердцевине.

Для проведения экспериментальных исследований автором разработано устройство к испытательной машине по скалыванию древесины вдоль волокон по дуге годичного слоя, защищенное патентом на полезную модель.

Установлено, что величина отклонения анатомической сердцевины от центра торца бревна и величина диаметра бревна находятся в зависимости, которая аппроксимируется уравнением прямой. Для комлевых и срединных бревен появление кольцевых трещин в зоне окончания радиальных связей на пятом годичном кольце более вероятно, чем в вершинных.

Для обоснованного выбора толщин досок при распиловке центральной зоны соснового пиловочного сырья разработаны рекомендации в виде таблиц и номограмм, применение которых на практике позволит повысить ценностный выход выпиленных смежных боковых пиломатериалов не изменяя технологический процесс и общие затраты на его осуществление.

12. Данные промышленной проверки результатов проведенных исследований подтверждают достоверность и обоснованность теоретических выводов и рекомендаций, их значимость, а также экономическую эффективность при практическом использовании.

13. Результаты выполненных исследований являются дальнейшим развитием теории и практики раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы и используются на лесопильных предприятиях при составлении и расче-

те поставок, планировании раскроя сырья, а также в виде утвержденных для промышленности нормативно-технических материалов.

Материалы исследований, изложенные в монографии и учебных пособиях автора, используются в учебном процессе лесотехнических ВУЗов при подготовке бакалавров и инженеров по специальности "Технология деревообработки".

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО
В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ АВТОРА:

Монография

1. Уласовец В.Г. Рациональный раскрой пиловочника: моногр. / В.Г. Уласовец. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2003. - 278 с.

Учебные пособия для высших лесотехнических учебных заведений

2. Уласовец В.Г. Организация и технология лесопильного производства: учеб. пособие для вузов / В.Г. Уласовец. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. - 294 с.

3. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учеб. пособие для вузов / В.Г. Уласовец. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. - 510 с.

Статьи

4. Уласовец В.Г. Объемный и посортный выход пилопродукции из сырья для предприятий Уральской зоны. / В.Г. Уласовец, Г.Г. Дорожжина, В.М. Субботин // Тр. ин-та СвердНИИПдрев. - М.: Лесн. пром-сть, 1971. - Вып. 6. - С. 3 - 10.

5. Уласовец В.Г. О запасе сырья на складе лесозавода / В.Г. Уласовец // Всесоюз. конф.: матер. конф. - Киев: УкрНИИМОД, 1974. - С. 273 - 276.

6. Уласовец В.Г. Определение размера запаса сырья на складе лесозавода / В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк. 1975. - Вып. 5. - С. 29 - 34.

7. Уласовец В.Г. Размерно-качественный состав пиловочного сырья Урала / В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк. 1976. - Вып. 6. - С. 54 - 60.

8. Уласовец В.Г. К вопросу об оптимальных толщинах сердцевинных и центральных досок в сосновом пиловочном сырье уральской зоны / В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк. 1977. - Вып. 7. - С. 14 - 18.

9. Уласовец В.Г. Применение ЭВМ при составлении поставок по геометрическому признаку экстремума / В.Г. Уласовец В.Г. - Минск: БТИ, 1978. - 19 с. - Деп. в ВНИПИЭИлеспром 1978, № 394 д.

10. Уласовец В.Г. Математическое моделирование процесса создания минимально необходимого запаса сортированных бревен на лесопильном

предприятии с круглогодичным поступлением сырья / В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк. 1978. - Вып. 8. - С. 35 - 41.

11. Уласовец В.Г. Определение минимальных толщин сердцевинных и центральных досок при раскрое соснового пиловочного сырья / В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк. 1978. - Вып. 8. - С. 42 - 46.

12. Уласовец В.Г. Характер поступления сырья на лесопильное предприятие / В.Г. Уласовец // Лесн. журн. - 1979. - № 1. - С. 69 - 71. - (Изв. высш. учеб. заведений).

13. Уласовец В.Г. Математическое планирование экспериментов при расчете минимальных толщин досок, выпиливаемых из центральной части сосновых бревен / В.Г. Уласовец // Применение математических методов и использование ЭВМ в управлении лесной промышленностью: матер. Всесоюз. конф. - М.: ЦНИИМЭ-ВНИПИЭИлеспром, 1979. Ч. 1. - С. 82 - 84.

14. Батин Н.А. Составление поставок на распиловку крупномерного сырья / Н.А. Батин, В.Г. Уласовец // 4-ая науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов лесопильной промышленности: матер. конф. - Архангельск, ЦНИИМОД, 1980. - С. 23 - 27.

15. Уласовец В.Г. К вопросу о решении задач по нормированию расхода пиломатериалов на заготовки / В.Г. Уласовец, Т.В. Водопьянова // 4-ая науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов лесопильной промышленности: матер. конф. - Архангельск, ЦНИИМОД, 1980. - С. 69 - 71.

16. Батин Н.А. Теоретические основы раскроя сегмента на обрезные пиломатериалы / Н.А. Батин, В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк. 1983. - Вып. 13. - С. 3 - 7.

17. Батин Н.А. О дополнениях к графику-квадранту для расчета поставок на распиловку сегмента и боковых брусьев / Н.А. Батин, В.Г. Уласовец // Механич. техн. др-ны. - Минск: Вышэйшая шк. 1983. - Вып. 13. - С. 7 - 12.

18. Уласовец В.Г. Распиловка боковой зоны бревен крупных диаметров на спецификационные пиломатериалы одинаковых толщин / В.Г. Уласовец // Деревообраб. пром-сть. - 1983. - № 6. - С. 3 - 6.

19. Уласовец В.Г. Нормирование расхода сырья и материалов в производстве лыж // В.Г. Уласовец // Мебель. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. - Вып. 3. - С. 13 - 14.

20. Уласовец В.Г. Использование лиственных пиломатериалов в производстве однослойных паркетных щитов / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Механ. обработка др-ны. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. - Вып. 1. - С. 12 - 13.

21. Уласовец В.Г. Направления переработки древесины желтой (ребристой) березы / В.Г. Уласовец, Г.Г. Павлов // Механ. обработка др-ны. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. - Вып. 1. - С. 13 - 14.

22. Уласовец В.Г. Нормирование расхода сырья и материалов в производстве однослойных паркетных щитов / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Механ. обработка др.-ны. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. - Вып. 4. - С. 10.
23. Уласовец В.Г. Рациональный раскрой центральной зоны сосновых бревен / В.Г. Уласовец // Механ. обработка др.-ны. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. - Вып. 4. - С. 14 - 18.
24. Уласовец В.Г. Накопление сортированного пиловочного сырья на лесопильных предприятиях / В.Г. Уласовец // Механ. обработка др.-ны. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988. - Вып. 4. - С. 19 - 24.
25. Уласовец В.Г. Нормообразующие факторы в производстве однослойных паркетных щитов / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Деревообраб. пром-сть. - 1988. - № 11. - С. 14 - 15.
26. Уласовец В.Г. Повышение эффективности использования сырья в производстве однослойных щитов пола / В.Г. Уласовец // Лесная и деревообраб. пром-сть, - 1990. - № 8. - С. 21 - 25.
27. Уласовец В.Г. Расход необрезных пиломатериалов в производстве лотков для хлеба и хлебобулочных изделий / В.Г. Уласовец // Лесная и деревообраб. пром-сть, - 1990. - № 8. - С. 25 - 26.
28. Уласовец В.Г. Использование кусковых отходов в производстве однослойных щитов / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Использование вторичных древесных ресурсов в производстве промышленных товаров, конструкционных материалов и энергии: матер. Всесоюз. научн.-техн. конф. - Калинин, 1990. - С. 63 - 64.
29. Уласовец В.Г. Расход необрезных листовых пиломатериалов на однослойные щиты покрытий пола / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Деревообработка. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1990. - Вып. 16. - С. 2 - 3.
30. Уласовец В.Г. Изготовление щитов покрытий пола из отходов основного производства / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Вклад ученых и специалистов в развитие химико-лесного комплекса: матер. обл. науч.-техн. конф. - Свердловск, УЛТИ, 1991. - С. 193 - 194.
31. Уласовец В.Г. Состав хвойного пиловочного сырья на Красногорском лесотарном заводе / В.Г. Уласовец // Деревообработка. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1992. - Вып. 3. - С. 3 - 10.
32. Уласовец В.Г. Расход хвойного пиловочного сырья на производство заливных бочек / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Деревообработка. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1992. - Вып. 3. - С. 10 - 11.
33. Уласовец В.Г. Выход заготовок клепки для заливных бочек / В.Г. Уласовец // Деревообработка. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1992. - Вып. 3. - С. 11 - 12.
34. Уласовец В.Г. Расход заготовок клепки на производство заливных бочек / В.Г. Уласовец, Л.А. Макурова // Деревообработка. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1992. - Вып. 3. - С. 12 - 13.

35. Уласовец В.Г. Экологические проблемы в лесопилении / В.Г. Уласовец // Уралэкология: матер. Междунар. выст.- семинар. - Екатеринбург, 1995. - С. 51 - 52.
36. Сергеев В.В. О рациональном использовании тонкомерной древесины мягких листовых пород / В.В. Сергеев, В.Г. Уласовец, А.В. Дружинин // Вклад ученых и специалистов в развитие химико-лесного комплекса: матер. обл. научно-техн. конф. - Екатеринбург, УГЛТА, 1997. - С. 42 - 43.
37. Уласовец В.Г. Влияние формы бревен на оптимальные размеры выпиливаемых пиломатериалов / В.Г. Уласовец // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. Междунар. научно-техн. конф. - Екатеринбург, УГЛТУ, 2003. - С. 149 - 151.
38. Уласовец В.Г. О предельном охвате сегмента и бокового бруса / В.Г. Уласовец // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. Междунар. научно-техн. конф. - Екатеринбург, УГЛТУ, 2003. - С. 147 - 149.
39. Ulasovets V.G. Determination of the rational plank thickness in sawing the central zone of pine logs / V.G. Ulasovets // Drevno-Wood. - Poznan: Inst. Technol. Drev., 2004. - Vol. 47. - Nr. 171. - P. 69 - 80.
40. Пат. RU 43367 U1 РФ МПК⁷ G 01 N 3/24. Устройство к испытательной машине / Уласовец В.Г. - № 2004125748/22; заявл. 25.08.04; опубл. 10.01.05. Бюл. - № 1.
41. Уласовец В.Г. Сравнительный анализ двух способов распиловки бревен на необрезные пиломатериалы / В.Г. Уласовец // Деревообраб. пром-сть. - 2005. - № 1. - С. 5 - 7.
42. Уласовец В.Г. Влияние способа раскроя пиловочного сырья на выход обрезных пиломатериалов / В.Г. Уласовец // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. Междунар. научно-техн. конф. - Екатеринбург, УГЛТУ, 2005. - С. 138.
43. Уласовец В.Г. Оптимальные размеры досок при распиловке бревен по сбегу / В.Г. Уласовец // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. Междунар. научно-техн. конф. - Екатеринбург, УГЛТУ, 2005. - С. 139.
44. Уласовец В.Г. Зависимость объемного выхода обрезных пиломатериалов от способа распиловки бревен / В.Г. Уласовец // Актуальные проблемы лесного комплекса: матер. Междунар. научно-техн. конф. - Брянск, БГИТА, 2005. - Вып. 11. - С. 172 - 175.
45. Уласовец В.Г. Расчет оптимальных размеров пиломатериалов, получаемых при раскрое бревен параллельно образующей / В.Г. Уласовец // Деревообраб. пром-сть. - 2005. - № 3. - С. 7 - 10.
46. Уласовец В.Г. Раскрой сегмента на обрезные пиломатериалы / В.Г. Уласовец // Лесн. журн. - 2005. - № 3. - С. 78 - 84. - (Изв. высш. учеб. заведений).

47. Ulasovets V.G. Estimating accuracy of methods for measuring the mean width of unedged boards / V.G. Ulasovets // *Drewno-Wood*. - Poznan: Inst. Technol. Drew., 2005. - Vol. 48. - Nr. 173. - P. 95 - 110.

48. Уласовец В.Г. Выход обрезных пиломатериалов из необрезных, выпиленных различными способами / В.Г. Уласовец // *Деревообраб. пром-сть*. - 2005. - № 5. - С. 19 - 22.

49. Уласовец В.Г. Сравнение объемов необрезных досок при различных способах распиловки бревен / В.Г. Уласовец // *Лесн. журн.* - 2005. - № 5. - С. 69 - 74. - (Изв. высш. учеб. заведений).

50. Уласовец В.Г. Некоторые особенности продольного раскроя крупномерного пиловочного сырья / В.Г. Уласовец // *Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: матер. 5 -ой Междунар. научно-техн. конф.* - Брянск, БГИТА, 2005. - Вып. 12. - С. 172 - 175.

51. Уласовец В.Г. Теоретические основы распиловки бревен параллельно образующей / В.Г. Уласовец // *Тр. факультета МТД*. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. - С. 4 - 13.

52. Уласовец В.Г. Влияние способов раскроя пиловочника на размеры и объем необрезных пиломатериалов / В.Г. Уласовец // *Тр. факультета МТД*. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. - С. 14 - 31.

53. Предельный охват поставом сегментов и боковых брусьев / В.Г. Уласовец // *Лесн. журн.* - 2006. - № 1. - С. 92 - 95. - (Изв. высш. учеб. заведений).

54. Уласовец В.Г. Оценка точности способов расчета средней ширины необрезных досок / В.Г. Уласовец // *Деревообраб. пром-сть*. - 2006. - № 1. - С. 10 - 12.

Результаты исследований использованы при разработке нормативно-технологических документов общепромышленного уровня:

55. Руководящие технико-экономические материалы по нормированию расхода сырья и материалов в производстве пиломатериалов. Утверждены 13.10.82г. Министерством лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР. -Архангельск: ЦИИМОД, -1983. -195с.

56. Инструкция по нормированию расхода сырья и материалов в производстве однослойных паркетных щитов. Утверждена 22.12.87г. Министерством лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР. - Свердловск: СвердловНИИПДрев, - 1987. - 74 с.

57. Инструкция по нормированию расхода сырья и материалов в производстве лыж. Утверждена 22.12.87г. Министерством лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР. - М.: Минлеспром СССР, - 1987. - 80 с.

58. Руководящие технико-экономические материалы по нормированию расхода сырья и материалов в производстве пиломатериалов. Утверждены 13.12.90г. Министерством лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР. -Архангельск: ЦИИМОД, -1991. -220с.

59. Руководящие технико-экономические материалы по нормированию расхода сырья и материалов в производстве тары. Утверждены 18.12.91г. правлением корпорации "Российские лесопромышленники". - Екатеринбург: УралНИИПДрев, - 1991. - 133 с.

60. Инструкция по нормированию расхода сырья и материалов в производстве щитов покрытий пола деревянных однослойных. Утверждена 24.09.92 г. Департаментом лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности Российской Федерации. - Екатеринбург: УралНИИПДрев, - 1992. - 75 с.

Просим принять участие в работе диссертационного совета ДР 212.281.15 или прислать Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах с подписями, заверенными гербовой печатью, по адресу: Россия, 620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, Уральский государственный лесотехнический университет, Ученому секретарю.

Подписано в печать 11.01.06. Заказ № 10. Тираж 100 экз. Объем 1 лл. 2,0
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37-6, УГЛТУ