

674.05
11-19

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени С. М. КИРОВА

674.093 (043.3) +

На правах рукописи

В. И. ПАСТУШЕНИ

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НИЗКОСОРТНЫХ
ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

(Специальность 05—421—„Машины, оборудование
и технология лесопильных и дерево-
обрабатывающих производств“)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК, 1969 год

674.05
11-19

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Б С С Р

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С.М.КИРОВА

На правах рукописи

В.И.ПАСТУШЕНИ

2157ар

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НИЗКОСОРТНЫХ
ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

(Специальность 05-42I - "Машины, оборудование и
технология лесопильных и деревообрабатывающих
производств")

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

М и н с к

1969

Работа выполнена в Белорусском технологическом институте
им. С.М.Кирова

Научный руководитель. — доктор технических наук, профессор
Н.А.БАТИН

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор А.Л.БЕРШАДСКИЙ,
Кандидат технических наук, доцент В.И.МИКУЛИНСКИЙ.

Ведущее предприятие —

Борисовский деревообрабатывающий комбинат Министерства лесной
и деревообрабатывающей промышленности БССР

Автореферат разослан " _____ " _____ 1969 г.

Защита состоится " _____ " _____ 1969 г. на заседании
Совета Белорусского технологического института им. С.М.Кирова,
г. Минск, ул. Свердлова, 13^а, корпус 4, ауд. 220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ваши отзывы на автореферат в 2-х экземплярах с заверенными
подписями просим направлять по адресу: г. Минск, ул. Свердло-
ва, 13^а, БТИ им. С.М.Кирова, Ученому секретарю Совета.

Ученый секретарь Совета

/Н.П.БЛИНЦОВА/

В Директивах XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966-1970 годы намечена грандиозная программа дальнейшего строительства материально-технической базы коммунизма в нашей стране. При этом подчеркивается, что главное внимание должно быть сосредоточено на наиболее рациональном использовании материальных, трудовых и финансовых ресурсов, природных богатств и затрат на единицу продукции.

Среди разнообразных природных богатств нашей Родины одно из самых видных мест занимают леса. По наличию сырьевых ресурсов Советский Союз занимает первое место в мире.

Грандиозные перспективы развития народного хозяйства ставят перед всеми отраслями лесной промышленности ответственную задачу — полностью удовлетворить возрастающие потребности в древесине и продуктах ее переработки. В настоящее время нет отрасли народного хозяйства, где бы не находила применение древесина. Огромные лесные ресурсы позволяют полностью обеспечить потребности народного хозяйства в древесине и продуктах ее переработки.

В области лесопиления при незначительном увеличении объема производства пиломатериалов намечается значительно улучшить структуру производства за счет комплексного использования сырья.

При этом главной задачей рационального и комплексного использования древесины является получение наибольшего количества основной продукции, уменьшение всех видов отходов в процессе производства и использование неизбежно получающихся древесных отходов в качестве вторичного сырья для других производств.

При огромном выпуске пиломатериалов (около 100 млн. м³) рациональное их использование и использование отходов, неизбежно получающихся в процессе раскря, имеют важное народнохозяйственное значение.

В процессе раскря пиловочного сырья получают пиломатериалы различного качества (сортности), поскольку и качество распиливаемых бревен характеризуется большим разнообразием.

Из сырья более высокого качества получают пиломатериалы более высоких сортов, а из низкокачественного сырья неизбежен выход досок низших сортов. Анализ данных о посортном распределении пиломатериалов показывает, что выход низкосортных досок в среднем составляет 20% от общего количества вырабатываемых пиломатериалов, или примерно 20 млн. м³ в год.

Такое огромное количество низкосортных пиломатериалов требует правильного решения вопросов о наиболее полном и одновременно эконо-

мически эффективным их использовании.

В свете решения задач, поставленных партией и правительством, научно-исследовательские институты работают над решением проблем экономически эффективного и комплексного использования различных видов древесного сырья. Данная работа согласуется с координационным планом научно-исследовательских работ в области лесопиления. В ней решаются вопросы наиболее рационального и экономически эффективного использования низкосортных пиломатериалов. Следует отметить, что до настоящего времени не было проведено достаточно полных и всесторонних исследований по эффективному использованию низкосортных пиломатериалов.

Учитывая народнохозяйственную значимость решения указанных вопросов, нами и были проведены исследования по изучению и установлению наиболее рациональных и экономически эффективных направлений использования низкосортных пиломатериалов.

Основной задачей этих исследований являлось:

1. Изучение основных направлений использования низкосортных пиломатериалов.
2. Определение основных технико-экономических показателей различных методов их использования.
3. Установление наиболее целесообразного направления использования и рациональных способов переработки низкосортных пиломатериалов.

Содержание диссертации изложено на 224 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, общих выводов и рекомендаций. Текст иллюстрирован 33 рисунками, графиками, схемами и 51 таблицей. Диссертация имеет приложения, в которых приведены формы рабочих журналов первичного учета, таблицы статистической обработки опытных данных, а также акты о внедрении рекомендаций в производство и отзывы о них.

Краткое содержание работы дается ниже, в соответствии с наименованием и принятой последовательностью расположения глав.

Состояние вопроса и задачи исследований

ГОСТ 9463-60 предусматривает вовлечение в распиловку большого количества сырья с пониженной сортностью (IV сорт).

Из такого сырья при принятых схемах раскрытия неизбежен выход пиломатериалов низкого качества: IV сорта досок и досок, не удовлетворяющих техническим требованиям ГОСТ 8486-66, которые ранее относились к У сорту. Ликвидация в ГОСТ пиломатериалов У сорта совсем не означает, что в процессе распиловки бревен, особенно низкосортных, эти пилома-

материалы не будут получаться. Отсутствие в ГОСТ пиломатериалов У сорта лишь приравнивает их к отходам производства. Поэтому вопрос об установлении экономически обоснованного направления использования и рациональных способов их переработки не теряет своей значимости.

Низкосортные доски могут использоваться на различные виды продукции. При этом, использование их должно быть наиболее полным и экономически эффективным.

Древесина низкосортных досок по своему качеству весьма неоднородна. В каждой отдельно взятой доске расположение пороков может быть самым разнообразным и доска может состоять из различных по качеству древесины участков.

Практика показывает, что из низкосортных досок можно выработать детали щитов пола (Шарьинский ДСК), мелкие столярные изделия (Бобруйский ФанДОК) и черновые мебельные заготовки (Борисовский ДОК).

Между тем, на многих предприятиях еще не уделяется должного внимания переработке низкосортных пиломатериалов в части возможного и рационального их использования.

Более того, существует мнение о непригодности их для выработки качественной продукции. А отсутствие дифференцированных норм расхода сырья и норм выработки продукции в зависимости от качества (сортности) досок не стимулирует предприятия увеличивать объем переработки низкосортных пиломатериалов и изыскивать наиболее рациональные способы их раскроя. Поэтому в большинстве случаев пиломатериалы низших сортов раскраивают массовым (слепым) способом на продукцию с низкими требованиями к качеству, считая, что всякий другой раскрой их повлечет дополнительные трудовые затраты, которые не будут окупаться. При массовом раскрое выход продукции из низкосортных пиломатериалов сравнительно низок, а стоимость полученной продукции действительно едва окупает затраты на ее выработку. Все это приводит к тому, что пиломатериалы низших сортов как хвойных, так и лиственных пород в большинстве случаев рационально не перерабатывается и из-за длительного хранения переходят в неликвидные.

В связи с этим сложилось мнение, что пиломатериалы низших сортов выгоднее использовать на технологическую щепу, а не перерабатывать на различные виды мелкой пилопродукции.

Все это и побудило нас провести исследования по изысканию наиболее целесообразного и экономически эффективного направления в использовании низкосортных пиломатериалов хвойных пород. При этом исследование были проведены по следующим основным направлениям:

I. Целевая переработка низкосортных пиломатериалов на технологи-

ческую щепу. Одновременно были проведены исследования по переработке на технологическую щепу кусковых отходов, получающихся при раскросе низкосортных пиломатериалов.

2. Механическая переработка низкосортных пиломатериалов на мелкую пилопродукцию. При этом изучалось влияние на экономическую эффективность раскроса следующих факторов:

а) способа раскроса (массовый, индивидуальный, с предварительной разметкой);

б) схемы раскроса (поперечно-продольная, продольно-поперечная);

в) назначения заготовок (черновые I-II группы качества по ГОСТ 9685-61, дощечки ящичной тары);

г) варианта раскроса (целевой на однотипные заготовки, комбинированный на заготовки различного качества и назначения).

3. Комплексное использование низкосортных пиломатериалов, т.е. раскрой досок на мелкие сортаменты с последующей переработкой неизбежно получающихся кусковых отходов на технологическую щепу.

Переработка низкосортных пиломатериалов и кусковых отходов на технологическую щепу

В данной главе рассмотрены основные показатели, влияющие на экономическую эффективность целевого использования низкосортных пиломатериалов и кусковых отходов от их раскроса на технологическую щепу. К числу этих показателей относятся затраты на переработку, выход и качество полученной щепы.

Качественные показатели щепы: поврежденность, размеры частиц и фракционный состав регламентируются требованиями МРТУ-13-02-3-66, предъявляемыми к щепе различными отраслями промышленности. Поскольку на эти показатели влияют такие факторы, как исходное сырье, применяемое оборудование и режимы его работы, то в данном разделе рассмотрены и эти вопросы.

Чтобы установить выход щепы, удовлетворяющей по качественным показателям требованиям МРТУ, были проведены специальные исследования в производственных условиях. Исследования проводились на малоножевых рубительных машинах с принудительной подачей материала, широко применяемых для переработки отходов лесопиления.

Исследования показали, что выход кондиционной щепы зависит не только от вида исходного сырья, но и от технологии процесса рубки, а также от угловых параметров ножей.

Применение в производстве ножей с заточкой на одну или две фаски

и с различными углами заострения режущей кромки ($30-40^\circ$) приводит к получению щепы с весьма различными качественными показателями, даже при переработке одинакового сырья.

Существующие рекомендации об углах заточки ножей рубительных машин, полученные по результатам лабораторных исследований при острых ножах ($5-12^\circ$), не всегда отвечают требованиям поточного производства.

Для устранения влияния угловых параметров ножей на качественные показатели щепы и для установления оптимальных значений указанных параметров были проведены специальные исследования. Направление этих исследований было определено теоретическими предпосылками о влиянии угла и профиля заточки ножей на качество получаемой щепы.

При этом учитывалось, что процесс стружкообразования в рубительных машинах имеет характерные отличительные особенности от процесса резания на обычных деревообрабатывающих станках.

В рубительных машинах при большой толщине стружки ($e \gg 2$ мм) и резании в продольно-торцевом направлении получается характерная стружка скалывания — технологическая щепка. При острых ножах пластической деформации подвергается не вся частица щепы, а только ее зона, соприкасающаяся с передней гранью ножа. В остальных зонах частица подвергается упруго-пластической деформации. Вид деформации оказывает большое влияние на качество щепы, так как оно характеризуется поврежденностью частиц. В свою очередь деформация частиц зависит от усилий, необходимых для их отделения.

Исходя из основных положений теории резания и учитывая результаты исследований в области работы рубительных машин, установлено, что при постоянных физико-механических свойствах древесины силы, действующие по передней грани ножа, зависят только от длины щепы $l_{щ}$, угла резания δ и угла перерезания волокон φ . При острых ножах, благодаря силам затягивания, плоскость резания совпадает с задней гранью резца и угол резания δ равен углу заточки ножа β . При этом с уменьшением угла резания δ , а следовательно, и угла заточки β , силы, действующие по передней грани ножа, уменьшаются.

Казалось бы, что при заданной длине щепы и постоянном угле φ целесообразнее выбирать меньшие углы заточки ножей β . Однако с уменьшением угла заточки жесткость вершины резца снижается. Это приводит к выкрашиванию или загибу режущей кромки, т.е. к резкому увеличению радиуса закругления ножа ρ . С увеличением радиуса закругления возрастают силы, действующие по задней грани ножа. Увеличение этих сил, пластически деформирующих слои древесины толщиной ρ , вы-

зывает резкое ухудшение качества щепы, так как каждая частица, кроме смятия передней гранью ножа во время скола, будет дополнительно сминаться и задней гранью ножа при внедрении его в древесину.

Кроме того, при малых углах заточки и длительной работе ножей (4-8 часов), обусловленной требованиями поточного производства, увеличение радиуса затупления повлечет за собой изменение величины усилия затягивания, так как силы, действующие по задней грани ножа, возрастают и соотношение их изменяется.

При значительном увеличении затупления ножа сила отжима возрастает настолько, что, преодолевая усилие затягивания, силу трения и усилие подачи, будет выталкивать древесину из под ножа. В этом случае частицы щепы получатся меньших размеров со смятыми срезами и повреждением боковых поверхностей. Качество такой щепы низкое.

Таким образом, если при острых ножах желательно подбирать меньшие углы заточки $\beta = \delta$ с целью уменьшения усилия резания, то для производственных условий при выборе угла заточки необходимо учитывать устойчивость режущей кромки и изменение радиуса её затупления в процессе работы.

При рассмотрении влияния профиля заточки ножей (одна или две фаски) установлено преимущество заточки ножей на две фаски. Такая заточка позволяет уменьшить усилие, необходимое для отделения частиц щепы, силы трения частиц друг о друга и о переднюю грань ножа. Это в свою очередь позволяет уменьшить поврежденность частиц щепы, а следовательно, и улучшить их качество.

Экспериментальные исследования, проведенные в производственных условиях на рубительной машине, установленной непосредственно в потоке 4-х рамного лесопильного цеха и предназначенной для выработки технологической щепы для Сегежского ЦБК, подтвердили эти теоретические предположения и позволили определить оптимальные угловые параметры ножей твердостью 50-55 единиц по шкале Роквелла, серийно выпускаемых Горьковским металлзаводом.

При проведении опытов испытывались ножи с углом заточки от 28 до 38°, через 1-3°. Каждый опыт проводился в течение всей смены. При этом через каждые 1 час 10 минут работы фиксировались: потребляемая мощность, время переработки и качество полученной щепы. Эти показатели определялись при переработке однородных по качеству древесины и одинаковых по размерам образцов. В это же время снимались оттиски для замеров радиуса затупления ножей. Качество полученной щепы определялось в соответствии с требованиями МРТУ 13-02-3-66.

Опытные работы позволили установить, что углы заточки менее 36° не обеспечивают устойчивости режущей кромки ножа в течение смены

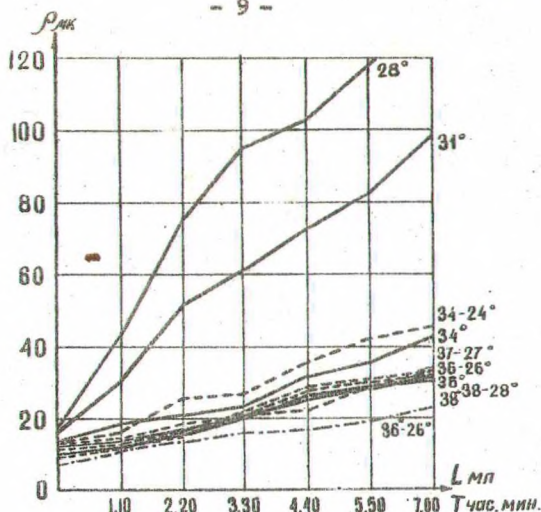


Рис. 1. Изменение радиуса затупления ножей в зависимости от времени их работы.

— заточка на одну фаску; --- заточка на две фаски.

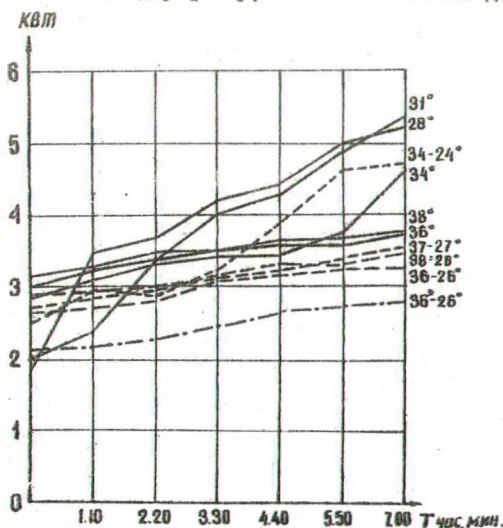


Рис. 2. Расход электроэнергии на переработку 1 м^3 древесины в зависимости от угловых параметров ножей и времени их работы.
36°-26° - ножи с наваркой режущей кромки из стали твердостью 55 единиц по шкале Роквелла.

(рис. 1), что влечет за собой повышение силовых параметров рубки (рис. 2) и увеличение поврежденности частиц щепы (рис. 3).

Заточка ножей на две фаски, при ширине узкой - режущей кромки - примерно равной толщине щепы, позволяет снизить удельный расход электроэнергии примерно на 20% (рис. 2) и уменьшить поврежденность частиц, а следовательно, и увеличить выход качественной щепы (рис. 4).

Наилучшие условия рубки, как по силовым параметрам, так и по качеству щепы, получаются при заточке ножей на две фаски при ширине режущей кромки 5 мм и угле заточки её 36° , а широкой - на 10° меньше. Эти угловые параметры ножей нами рекомендуются в качестве оптимальных для машин данного типа.

Увеличение угла заточки ножей на $1-2^{\circ}$ против оптимального, при заточке ножей на две фаски, влечет за собой незначительное увеличение удельного расхода электроэнергии и поврежденности щепы. Такие ножи могут применяться в зимних условиях и при других тяжелых режимах работы.

Исследования по определению выхода кондиционной щепы из различных видов исходного сырья проводились при указанных оптимальных угловых параметрах ножей.

При проведении исследований определялись показатели, влияющие на экономическую эффективность переработки различных видов сырья: затраты на переработку 1 м^3 сырья, качество полученной щепы и ее стоимость. Учет перерабатываемого сырья и полученной щепы производился по их весу. Каждая опытная партия состояла из 25 досок или кусковых отходов от их раскря. Всего было проведено 240 опытов.

Проведенные исследования показывают, что из сырых низкосортных досок и кусковых отходов от их раскря в производственных условиях, при соответствующей технологии и режимах работы рубительных машин, можно получить кондиционную щепу, удовлетворяющую требованиям МРТУ, предъявляемым к щепе для целлюлозно-бумажной промышленности.

Технико-экономические показатели на 1 м^3 исходного сырья, полученные в результате производственных исследований, представлены таблицей I.

Результаты опытов показывают, что для получения качественной щепы, пригодной для целлюлозно-бумажной промышленности, необходимо:

- а) перед распиловкой производить окорку пиловочного сырья;
- б) переработку отходов производить режущим инструментом с оптимальными угловыми параметрами;
- в) полученную щепу рассортировывать по фракциям и в качестве вторичного сырья отгружать потребителям только щепу с размерами частиц

от 30х30 до 5х5 мм.

Для увеличения выхода кондиционной щепы целесообразно:

а) переработку кусковых отходов производить совместно с длинномерными отходами лесопиления;

б) отсортированную крупную фракцию (> 30х30 мм) повторно перерабатывать на дезинтеграторе - рубительной машине АЗ-00, или совместно с длинномерными отходами лесопиления;

в) отходы в рубительную машину подавать пачками с таким расчетом, чтобы концы предыдущей пачки прижимались последующей.

Таблица I.

Исходное сырье	Выход кондиционной щепы		Стоимость сырья и затраты на его переработку, руб.	Экономическая эффективность переработки, руб.
	количественный, %	ценностный, руб.		
После первого дробления				
Доски IV сорта	89,1	14,5	26,4	-11,9
Доски V сорта	87,1	14,2	12,5	+ 1,7
Кусковые отходы	69,6	11,3	6,5	+ 4,8
С учетом повторной переработки крупной фракции				
Доски IV сорта	92,6	14,9	26,7	-11,8
Доски V сорта	90,6	14,6	12,7	+ 1,9
Кусковые отходы	84,8	13,0	7,1	+ 5,9

Переработка пиломатериалов IV сорта только в технологическую щепу экономически нецелесообразна и для их использования следует искать другие пути.

Кусковые отходы от раскроя низкосортных досок возможно и целесообразно перерабатывать на технологическую щепу. При этом получается положительный экономический результат и наиболее полно используется исходное сырье.

Переработка пиломатериалов б.У сорта дает также положительный экономический результат, но о целесообразности их использования только на щепу можно судить по сопоставлению полученных результатов с показателями других методов использования этих пиломатериалов.

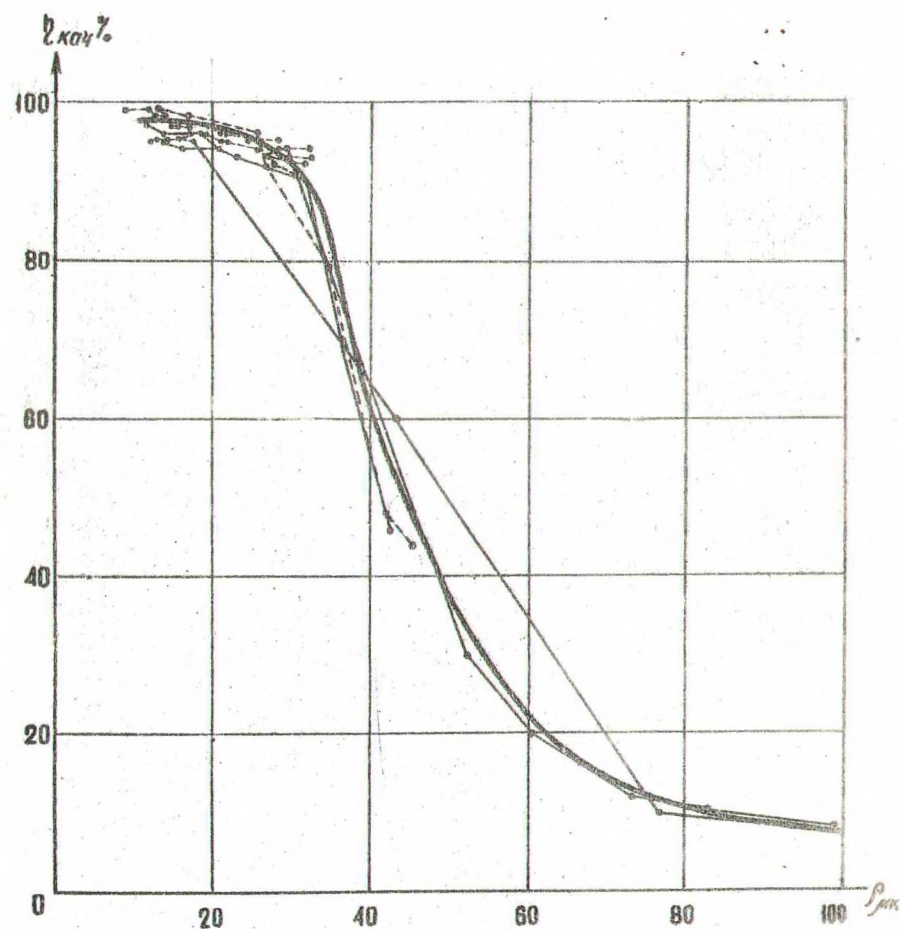


Рис. 3. Изменение выхода качественной щепы в зависимости от радиуса затупления ножей.

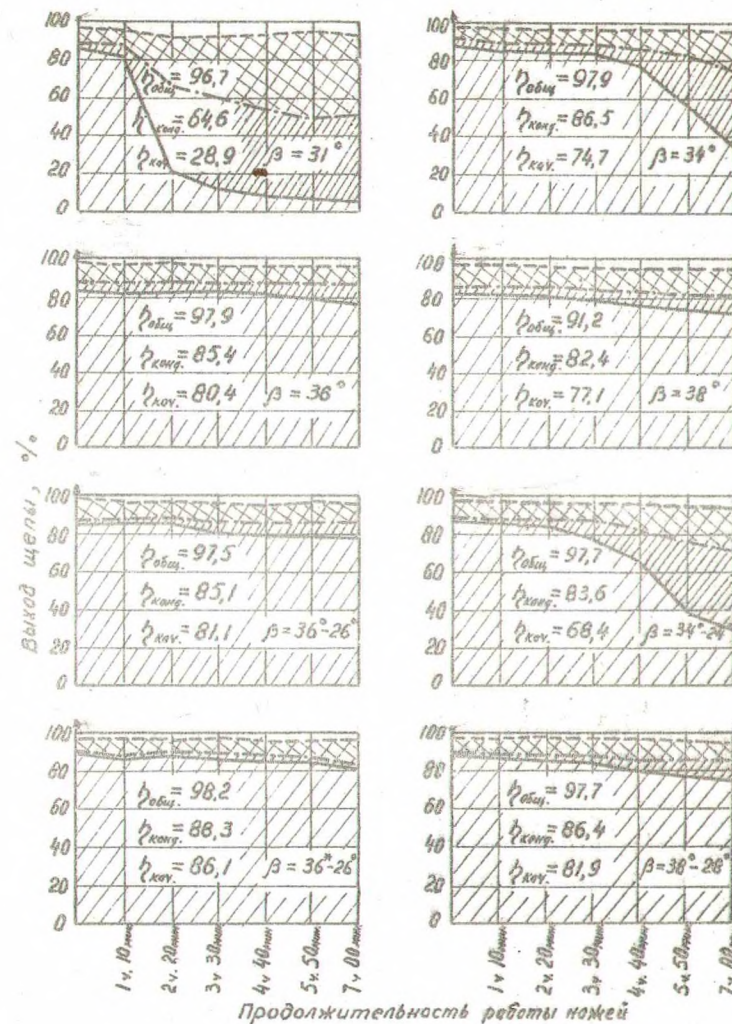


Рис. 4. Изменение качественного состава щепы в зависимости от угловых параметров ножей и времени их работы:

- — — — — общий выход щепы;
- - - - - выход кондиционной по размерам щепы;
- · - · - · выход кондиционной по размерам щепы с нормальным качеством частиц.

Использование низкосортных пиломатериалов путем раскроя на мелкие сортаменты

В работе приведен анализ низкосортных досок и заготовок по качеству и размерам, а также выявлен наиболее целесообразный подход к раскрою низкосортных досок.

Установлено, что переход пиломатериалов в низкосортные происходит не по совокупному наличию сразу многих пороков древесины, а чаще всего по одному из них, из которых наиболее распространенными являются сучки и различные виды гнилей. Поэтому в низкосортных досках, наряду с участками древесины, полностью пораженными пороками, имеются участки, пораженные в меньшей степени, и зоны совершенно здоровой древесины. Учитывая это, низкосортные доски целесообразнее раскраивать комбинированным вариантом на заготовки различных размеров и качества. При этом, в первую очередь необходимо использовать зоны доски со здоровой древесиной для выработки 2-3 типоразмеров качественных заготовок по ГОСТ 9685-61, а из оставшихся частей, с пониженным качеством древесины, по возможности выбирать заготовки подковой тары с более низкими техническими требованиями. Такую распиловку можно осуществить только при индивидуальном подходе к раскрою каждой доски. При этом неизбежные отходы можно свести до минимума и обеспечить сравнительно высокий количественный и ценностный выход продукции. Безусловно, индивидуальный способ раскроя вызывает увеличение трудозатрат на переработку досок, но они окупаются дополнительно выработанной продукцией. При массовом способе раскроя пороки древесины, имеющиеся в низкосортных досках и недопускаемые в заготовках, неизбежно попадают в последние, из-за чего значительная часть выпиленных заготовок переходит в брак или отходы. Поэтому при массовом раскрое резко снижается количественный и ценностный выход продукции.

Рассмотрение технологических схем распиловки применительно к низкосортным доскам позволило установить преимущество поперечно-продольной, так как при этой схеме все технологические операции происходят в непосредственной близости от рабочего места, что создает лучшие условия для оценки качественных зон доски при индивидуальном подходе к ее раскрою. Первая технологическая операция превращает длинномерную доску в короткие отрезки, удобные для осмотра и качественной оценки.

С целью проверки указанных положений были проведены экспериментальные исследования в производственных условиях трех лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. Всего было распилено более 1500 обрезных и необрезных досок различных размеров.

При проведении опытов выход продукции определялся из каждой дос-

ки отдельно. Раскрой досок производился партиями по 25 штук в каждой. Каждая партия раскраивалась на определенный вид продукции индивидуальным или массовым способом. При этом учитывалось время, необходимое на каждую технологическую операцию, и определялись трудозатраты. Все бракованные заготовки и кусковые отходы, которые по своим размерам не могли быть переработаны на заготовки меньших сечений и длин, переходили в отходы. Учет кусковых отходов производился по их весу.

Для возможности сопоставления опытных данных перед раскром производилась разметка каждой доски, по результатам которой определялся максимально возможный — расчетный выход-выпиливаемой продукции φ_p . Разметка велась с учетом возможности распиловки досок по разметке при принятой технологической схеме раскроа.

Следует отметить, что низкосортные доски, даже одного определенного сорта и вида обработки, имеют неоднородную по качеству древесины и разные размеры, из-за чего расчетный выход одинаковой продукции из разных опытных партий досок может изменяться. Кроме того, на изменение выхода одних и тех же по качеству заготовок оказывают влияние и их размеры. Поэтому наиболее достоверным при сопоставлении различных способов раскроа будет не абсолютная разность между выходами продукции, полученной из различных опытных партий досок, а разность между отклонениями фактических выходов продукции от определенного критерия, характеризующего каждую партию досок по возможному из нее выходу продукции. Таким критерием для любой опытной партии досок будет расчетный выход продукции φ_p . Этот выход зависит от качественных и размерных особенностей досок, входящих в опытную партию, а также от качества и размеров выпиливаемых заготовок.

Для сопоставления индивидуального и массового способов раскроа по отклонению фактического выхода $\varphi_{ф}$ от расчетного φ_p по результатам опытов были определены:

Абсолютное $\Delta \varphi_{абс}$ и относительное $\Delta \varphi_{отн}$ снижение фактического выхода по сравнению с расчетным:

$$\Delta \varphi_{абс} = \varphi_p - \varphi_{ф} \quad (1)$$

$$\Delta \varphi_{отн} = \frac{\Delta \varphi_{абс}}{\varphi_p} \cdot 100 = \frac{\varphi_p - \varphi_{ф}}{\varphi_p} \cdot 100 = 100 - K \quad (2)$$

где: K — процентное отношение фактического выхода к расчетному.

Абсолютное $\Delta \varphi_{абс}$ и относительное $\Delta \varphi_{отн}$ увеличение выхода при индивидуальном способе раскроа по сравнению с массовым раскромом одинаковых по сорту и виду досок на однотипные заготовки:

$$\Delta \varphi'_{\text{адс}} = (K_{\text{инд}} - K_{\text{масс}}) \frac{\varphi_{\text{Р(инд)}} + \varphi_{\text{Р(масс)}}}{2 \cdot 100}, \quad (3)$$

$$\Delta \varphi'_{\text{атн}} = \frac{\Delta \varphi'_{\text{адс}}}{\varphi_{\text{ф(масс)}}} 100 = \frac{K_{\text{инд}} - K_{\text{масс}}}{K_{\text{масс}}} 100, \quad (4)$$

где: $\varphi_{\text{Р(инд)}}$ и $\varphi_{\text{Р(масс)}}$ - расчетные выходы продукции из опытных партий досок, раскраиваемых индивидуальным и массовым способом;

$K_{\text{инд}}$ и $K_{\text{масс}}$ - процентные отношения фактических выходов продукции к расчетным при индивидуальном и массовом способах раскря.

По приведенным формулам построены графики (рис. 5), которые показывают, что индивидуальный способ раскря позволяет значительно увеличить объемный выход продукции.

Результаты опытов показали, что поперечно-продольная технологическая схема при индивидуальном подходе к раскря низкосортных досок является наиболее приемлемой. Эта схема по сравнению с продольно-поперечной позволит с большей достоверностью оценить качественные зоны низкосортных досок, наиболее рационально произвести их раскря и увеличить выход заготовок на 4-7%.

При массовом раскря количественный и ценностный выход продукции низок и экономическая эффективность этого способа, как это видно из графиков (рис. 6), в большинстве случаев получается отрицательной.

Наиболее высокий ценностный выход и наилучшие экономические показатели достигаются при индивидуальном способе в сочетании с комбинированным вариантом раскря досок.

Комплексное использование низкосортных пиломатериалов

При раскря низкосортных досок на мелкую пилопродукцию неизбежно получается значительное количество кусковых отходов. Для повышения общего использования древесины и улучшения экономических показателей раскря низкосортных досок эти отходы необходимо использовать наиболее рационально. Установлено, что из таких кусковых отходов при соответствующей технологии и режимах работы рубительных машин можно получить 65-80% кондиционной щепы. Переработка кусковых отходов на щепу позволит не только улучшить экономические показатели использования низкосортных досок на мелкие сортаменты, но и высвободить значительное количество лесоматериалов, потребляемых в настоящее время для производства технологической щепы. Кроме того, экономические показа-

ДОСКИ

IV сорт

V сорт

обрезные

необрезные

обрезные

необрезные

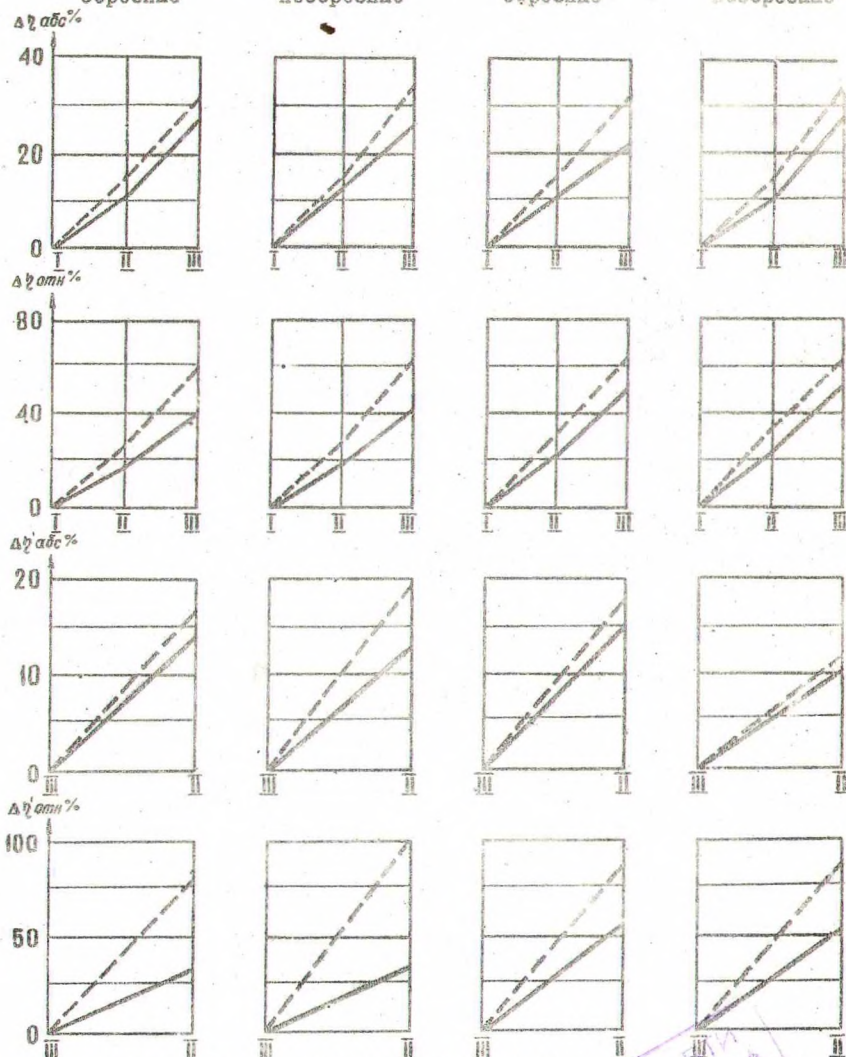


Рис. 5. Влияние способа раскроя досок на выход продукции:

I - раскрой по разметке; II - индивидуальный раскрой;

III - массовый раскрой.

— раскрой на детали тары; - - раскрой на качественные заготовки.

тели с учетом переработки кусковых отходов в щепу позволяют правильно оценить различные способы и варианты раскря низкосортных досок, а также установить наиболее целесообразное направление использования последних.

Методика проведения исследований и их результаты позволяют определить основные технико-экономические показатели комплексного использования низкосортных досок.

При этом, количество кусковых отходов определено по данным опытов, но с учетом изменения фактического выхода $\varphi_{ф(оп)}$ до его среднего значения $\varphi_{ф(ср)}$. Поэтому опытные данные корректировались коэффициентом K' , определенным по формуле:

$$K' = \frac{100 - \varphi_{ф(ср)}}{100 - \varphi_{ф(оп)}} \quad (5)$$

Процент выхода кондиционной щепы от перерабатываемых досок определялся по формуле:

$$\varphi_{щ} = \frac{P_{отх} \cdot \varphi_{конд}}{100}, \quad (6)$$

где: $P_{отх}$ - процент кусковых отходов от досок;

$\varphi_{конд}$ - выход кондиционных фракций щепы в %.

Полученные технико-экономические показатели комплексного использования низкосортных досок представлены графиками на рис 7. Эти данные показывают, что комплексная переработка низкосортных досок при всех способах и вариантах раскря позволяет увеличить процент полезного использования исходного сырья и довести его до 75-85% против 12-60% при целевой переработке на мелкие сортаменты.

Вовлечение в переработку кусковых отходов позволяет увеличить ценностный выход продукции на 5-50%. При этом наибольший ценностный выход достигается при комбинированном варианте раскря досок. При массовом способе раскря досок ценностный выход продукции хотя и увеличивается почти в два раза, но остается наименьшим по сравнению с другими способами раскря.

Затраты при комплексной переработке увеличиваются незначительно по сравнению с переработкой этих же досок только на мелкую пилопродукцию. Наибольшее увеличение затрат происходит при массовом способе раскря, так как в этом случае наибольшая часть древесины доски переходит в отходы.

Массовый способ раскря низкосортных пиломатериалов и при комплексном их использовании дает наиболее низкие экономические показатели, поскольку при этом способе раскря получается весьма низкий

выход качественных заготовок и досечек ящичной тары. Комплексное использование низкосортных досок при индивидуальном способе их раскря обеспечивает улучшение экономических показателей. Наиболее высокие экономические показатели достигаются при комбинированном варианте раскря досок.

Сопоставление различных методов использования низкосортных досок

Сопоставление рассмотренных методов использования низкосортных досок проводится по основным технико-экономическим показателям, полученным в результате производственных исследований. При этом, первоначально сопоставляются способы и варианты переработки при рассмотренных методах использования досок, выбираются наиболее эффективные из них, по которым затем и ведется сравнение методов использования.

При целевой переработке низкосортных пиломатериалов в технологическую щелу получены показатели после первого дробления и с учетом повторной переработки крупной фракции. Более высокие технико-экономические показатели получаются при вовлечении в переработку отсевной крупной фракции щепы. Показатели этого способа приведены в табл. 2.

Данные, полученные при целевом использовании досок на мелкую пилопродукцию и при комплексной переработке, показывают, что массовый раскря не обеспечивает рационального использования древесины низкосортных досок и дает наиболее низкий экономический результат.

Раскря досок по предварительно нанесенной на них схеме разметки по сравнению с индивидуальным обеспечивает больший выход мелкой пилопродукции, но при этом значительно возрастают трудозатраты и затраты в денежном выражении на переработку досок. Вследствие этого, экономическая эффективность раскря по разметке почти для всех случаев ниже, чем при индивидуальном способе. Следует отметить, что увеличение затрат происходит за счет трудоемкости операции разметки. Установлено, что для раскря досок по разметке на один торцовочный станок требуется 4-5 разметочных столов. Организация технологического процесса с предварительной разметкой досок потребует значительно увеличить площади раскряочных и тарных цехов по сравнению с существующими. Поэтому в настоящее время при отсутствии специального оборудования, позволяющего произвести дефектоскопию доски и нанести на нее наивыгоднейшую схему раскря, этот способ для распиловки низкосортных досок пока не может быть рекомендован промышленности.

Наиболее приемлемым из рассматриваемых способов раскря досок является индивидуальный, позволяющий в процессе распиловки визуально

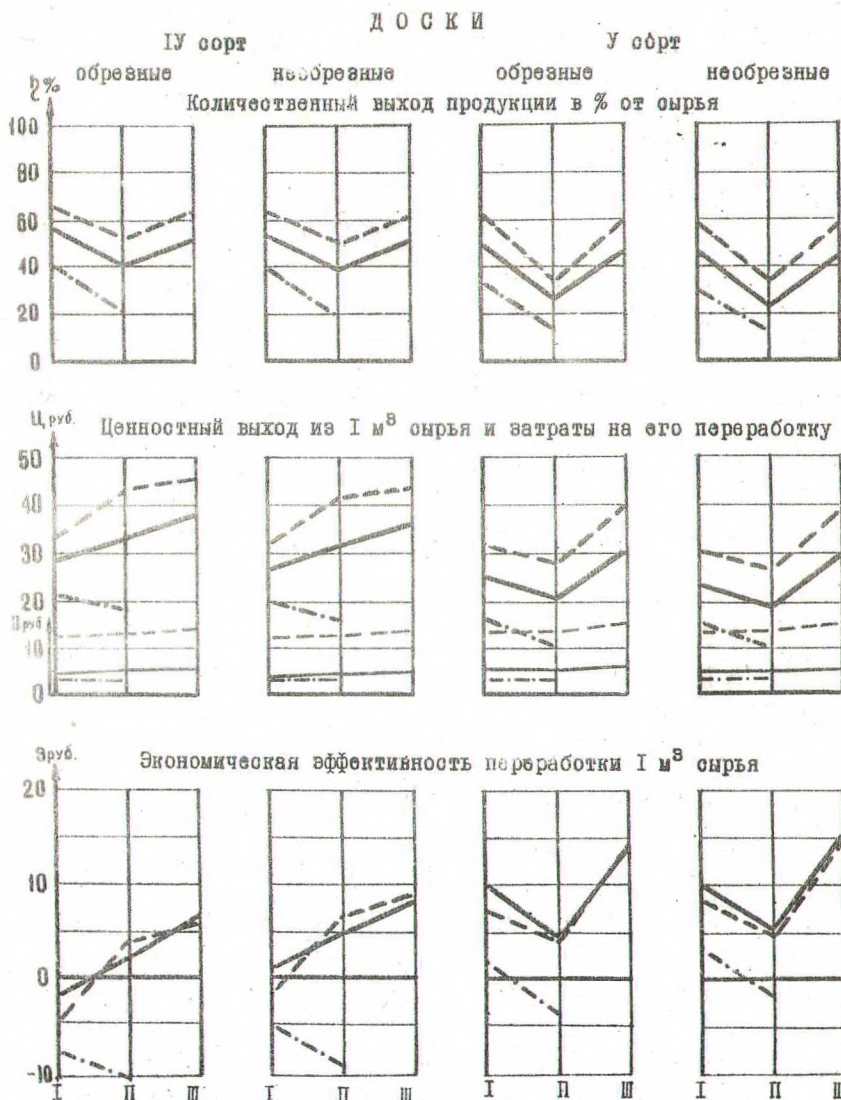


Рис. 6. Техничко-экономические показатели переработки низкосортных досок путем раскря на мелкие сортаменты:

Г - раскря на детали тары; П - раскря на черновые заготовки;
 Ш - комбинированный раскря на детали тары и черновые заготовки;
 --- массовый раскря досок; — индивидуальный раскря досок;
 - - - раскря по разметке.

ДОСКИ

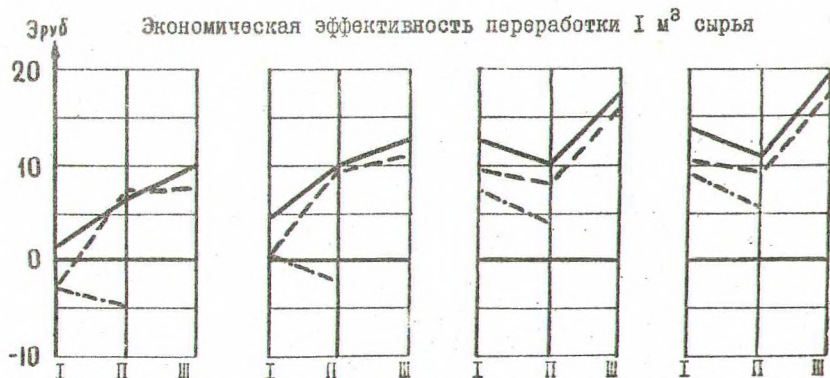
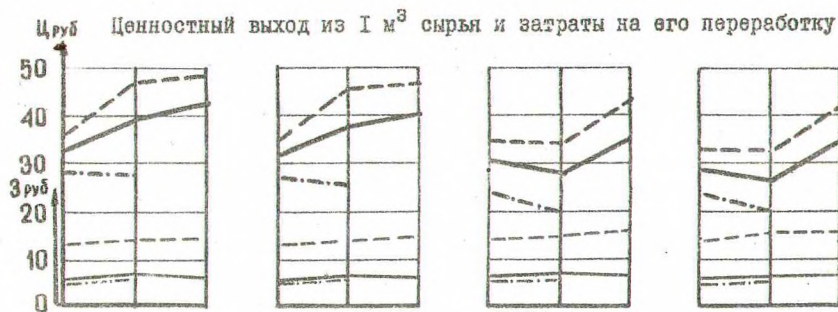
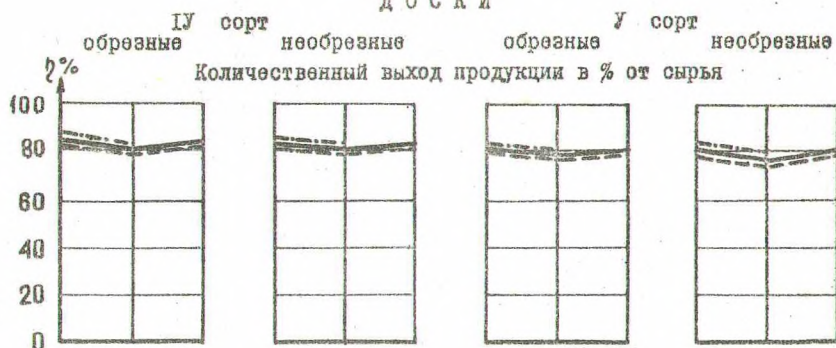


Рис. 7. Техничко-экономические показатели комплексного использования низкосортных досок:

- I - раскрой на детали тары; II - раскрой на черновые заготовки;
 III - комбинированный раскрой на детали тары и черновые заготовки;
 - - - - - массовый раскрой досок; — индивидуальный раскрой досок;
 - . - . - раскрой по разметке.

оценить качество отдельных зон доски и тем самым обеспечить их рациональное использование. Основные технико-экономические показатели этого способа раскроя приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сорт досок	Метод исполь- зова- ния	Вари- ант рас- кроя	Основные технико-экономические показатели пе- реработки 100 м ³ досок					
			Выход продукции, м ³			Затраты на переработ- ку и стои- мость сы- рья в руб.	Ценно- стный выход в руб.	Экономи- ческий результат в руб. гр.8-гр.7
			черно- вые за- готовки	дета- ли тары	тех- нолог. щела			
I	2	3	4	5	6	7	8	9
IY по ГОСТ 8486-66	на щелу	-	-	-	92,6	266I	I49I	-II70
	на мелкую пило- продук- цию	на дета- ли тары	-	54,9	-	2809	2758	- 5I
		на заго- товки	39,3	-	-	2843	3I67	+ 324
		комбини- рованный	34,6	I6,4	-	2852	36II	+ 759
	ком- плекс- ный	на дета- ли тары	-	54,9	29,9	2935	32I6	+ 28I
		на заго- товки	39,3	-	43,2	3025	3828	+ 803
		комбини- рованный	34,6	I6,4	32,0	2986	4IOI	+III5
Y по б. ГОСТ 8486-57	на щелу	-	-	-	90,6	I266	I459	+ I93
	на мелкую пило- продук- цию	на дета- ли тары	-	48,5	-	I467	2435	+ 968
		на заго- товки	23,8	-	-	I444	I9I8	+ 474
		комбини- рованный	23,3	2I,6	-	I493	2962	+I469
	ком- плекс- ный	на дета- ли тары	-	48,5	33,8	I6I3	2952	+I339
		на заго- товки	23,8	-	53,4	I674	2736	+I062
		комбини- рованный	23,3	2I,6	35,2	I645	350I	+I856

По данным таблицы 2 определены нормы расхода низкосортных пиломатериалов на I м³ вырабатываемой продукции, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3

Сорт пиломатериалов	Вариант раскроя	Распределение вырабатываемой продукции по видам заготовок, %		Норма расхода досок на 1 м ³ продукции
		черновые заготовки	детали тары	
IV	целевой	100	-	2,5
	целевой	-	100	1,8
	комбинированный	68	32	2,0
б.У	целевой	100	-	4,2
	целевой	-	100	2,1
	комбинированный	52	48	2,2

Сопоставление вариантов раскроя досок позволяет установить, что наиболее рациональным является комбинированный раскрой на заготовки различных размеров, качества и назначения. При необходимости целевого использования низкосортных досок на заготовки одного качества - из досок IV сорта целесообразнее вырабатывать качественные заготовки, а из V сорта - детали тары.

Комплексное использование низкосортных досок, по сравнению с целевым - только на мелкую пиломатериальную продукцию, позволяет при незначительном увеличении трудозатрат (примерно 7 %), значительно увеличить процент полезного использования исходного сырья (до 80 % вместо 40-50%), получить более высокий ценностный выход продукции и обеспечить более высокую экономическую эффективность.

Сопоставляя технико-экономические показатели целевого использования низкосортных досок на технологическую щепу с другими методами их использования, можно установить, что целевая переработка в щепу позволяет использовать исходное сырье более полно при сравнительно небольших трудозатратах. Следует отметить, что именно это и послужило предпосылкой для возникновения мнения о целесообразности использования низкосортных пиломатериалов на технологическую щепу и внедрения его в практику. Однако при кажущейся целесообразности это влечет за собой потери в размере 1170 руб. на каждые 100 м³ досок IV сорта и получение наименьшей экономической эффективности при переработке досок б. У сорта.

Наиболее целесообразным, позволяющим рационально использовать зоны досок в зависимости от их качества и обеспечивающим наиболь-

шую экономическую эффективность, является комплексное использование низкосортных досок при комбинированном варианте их раскря.

Для большей наглядности в таблице 4 приведены технико-экономические показатели различных методов использования низкосортных досок в масштабе среднего 4-х рамного лесопильного предприятия с годовым выпуском 125 тыс. м³ пиломатериалов. Из таблицы 4 видно, что наилучшие экономические показатели обеспечивает комплексное использование досок. При этом абсолютная экономическая эффективность составляет 325 тыс. руб., а по сравнению с целевыми методами использования только на щепу или только на мелкую пилопродукцию соответственно 532,5 тыс. руб. и 91,0 тыс. руб. Комплексная переработка позволяет получить из кусковых отходов, почти не используемых в настоящее время, значительное количество (8200 м³) технологической щепы - вторичного сырья для производства целлюлозы, бумаги, картона и древесных плит. До настоящего времени для изготовления этих видов продукции в переработку, наряду с отходами, вовлекаются и качественные лесоматериалы, вполне пригодные для раскря на пилопродукцию. Выработка технологической щепы из кусковых отходов позволит высвободить примерно 8500 м³ качественных лесоматериалов.

Кроме того, комплексное использование при комбинированном варианте раскря досок позволяет выработать 7940 м³ качественных заготовок, которые в настоящее время в основном выпиливаются из досок высших сортов (О-Ш). Для выработки указанного количества качественных заготовок из пиломатериалов высших сортов при средней норме расхода 1,5 м³ на 1 м³ заготовок потребуется переработать $7940 \cdot 1,5 = 11900$ м³ досок О-Ш сортов. Последнее потребует вовлечь в хозяйственный оборот 23800 м³ пиловочного сырья.

Общее количество высвобождаемых качественных лесоматериалов составит $8500 + 23800 = 32300$ м³, или 50000 м³ заготавливаемой древесины, что соответствует площади леса на 380 га, при среднем объеме расчетной лесосеки 130 м³. Если учесть, что таких предприятий в нашей стране сотни, а годовой выпуск пиломатериалов составляет примерно 100 млн. м³ и из них 20%, или 20 млн. м³ низкосортных, то полученные данные станут более убедительными.

Из приведенных данных видно, что комплексный метод использования низкосортных досок при комбинированном варианте раскря позволяет наиболее рационально использовать древесину низкосортных досок на различные виды продукции и этим обеспечить наибольшую экономическую эффективность по сравнению с другими методами и способами переработки.

Таблица 4

Исходное сырье		Метод исполь- зования	Процент использования сырья и выход продукции										Затра- ты на перера- ботку в тыс. руб.	Эконо- мический результ- тат, тыс. руб.
Сорт досок	Годо- вой вы- пуск в тыс. м ³		Стои- мость в тыс. руб.	Выход в %			Объемный, тыс. м ³			цен- ност- ный, тыс. руб.				
				черн. заго- ток	деталей тары	кон- диции онной цепи	Всего то	черн. заго- ток	деталей тары		кон- диции онной цепи	Всего то		
IV	18,75	440,6	-	-	92,6	92,6	-	-	17,4	17,4	279,6	58,3	-219,3	
У	6,25	59,7	-	-	90,6	90,6	-	-	5,7	5,7	91,2	19,4	+ 12,1	
Итого	25,0	500,3	-	-	92,1	92,1	-	-	23,1	23,1	370,8	77,7	-207,2	
IV	18,75	440,6	34,6	16,4	-	51,0	6,5	3,1	-	9,6	677,2	94,1	+142,5	
У	6,25	59,7	23,3	21,6	-	44,9	1,4	1,4	-	2,8	185,1	33,6	+ 91,8	
Итого	25,00	500,3	31,8	17,7	-	49,5	7,9	4,5	-	12,4	862,3	127,7	+234,3	
IV	18,75	440,6	34,6	16,4	32,0	83,0	6,5	3,1	6,0	15,6	769,1	119,2	+209,3	
У	6,25	59,7	23,3	21,6	35,2	80,1	1,4	1,4	2,2	5,0	218,8	43,1	+116,0	
Итого	25,00	500,3	31,8	17,7	32,8	82,3	7,9	4,5	8,2	20,6	987,9	162,3	+325,3	

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Анализ результатов проведенных исследований позволил сделать следующие выводы:

1. Целевая переработка низкосортных пиломатериалов только в технологическую щепу не обеспечивает рационального использования древесины, экономически нецелесообразна и от нее, как правило, следует решительно отказаться.

2. Использование низкосортных пиломатериалов на мелкую пилопродукцию выгодно и целесообразно. При этом:

1. Рациональное и экономически эффективное использование достигается при индивидуальном способе раскроя досок.

2. Массовый способ раскроя досок не обеспечивает рационального использования древесины, экономически менее эффективен и поэтому является неприемлемым для раскроя низкосортных досок.

3. Раскрой по предварительно нанесенной на доску схеме разметки требует значительных трудовых затрат на разметку. Поэтому в настоящее время, при отсутствии специального оборудования, позволяющего произвести дефектоскопию доски и нанести на нее наиболее выгодную схему раскроя, этот способ для распиловки низкосортных досок пока не может быть рекомендован.

4. Наиболее рациональным и экономически эффективным является индивидуальный способ с комбинированным вариантом раскроя досок на заготовки различных размеров, качества и назначения. Такой раскрой позволяет рационально использовать качественные зоны доски, обеспечивает высокий ценностный выход продукции и поэтому является наиболее приемлемым для раскроя низкосортных досок.

5. Рациональный и эффективный раскрой низкосортных пиломатериалов требует пересмотра норм расхода сырья, норм выработки и расценок в зависимости от сортности сырья, так как обезличенная норма не увязана с конечным выходом продукции в зависимости от качества перерабатываемых досок и вида заготовок.

Нормы расхода сырья в зависимости от сорта досок и вида вырабатываемой продукции, как показывают экспериментальные исследования, могут быть приняты по данным, приведенным в таблице 3.

На основании анализа данных опытного раскроя могут быть рекомендованы следующие поправочные коэффициенты, корректирующие нормы выработки в зависимости от сорта досок при комбинированном их раскрое: для I-II сортов - 1,00, для IV сорта - 0,72, для V сорта - 0,65.

6. Комплексное использование низкосортных пиломатериалов с комбинированным вариантом их раскроя позволяет наиболее полно, рацио-

нально и экономически эффективно использовать древесину низкосортных досок.

Поэтому комплексное использование низкосортных досок с комбинированным вариантом их раскроя должно быть признано основным при использовании низкосортных пиломатериалов и широко внедряться в практику работы лесопильно-деревообрабатывающих предприятий.

IV. При использовании кусковых отходов на технологическую щепу их следует перерабатывать совместно с длинномерными отходами лесопиления, так как при этом обеспечивается наибольший выход кондиционной щепы. При переработке кусковых отходов на малоножевых рубительных машинах угловые параметры ножей должны быть оптимальными, обеспечивающими получение щепы с хорошими качественными показателями при наименьших затратах электроэнергии.

Оптимальными с точки зрения указанных показателей будут:

- а) профиль заточки ножей - две фаски;
- б) углы заточки ножа: узкой фаски (ширина 5 мм) - 36° , широкой фаски - 26° .

Технологический процесс использования низкосортных пиломатериалов следует строить из условия рационального и эффективного использования, неизбежно получающихся кусковых отходов и опилок в качестве вторичного сырья для производства целлюлозы, бумаги, картона, древесных плит, пластиков, кормовых дрожжей и других ценных продуктов.

Полученные технико-экономические показатели в зависимости от основных факторов (метода использования, варианта и способа раскроя) дают возможность наиболее правильно и обоснованно подойти к переработке низкосортных досок и обеспечить рациональное и наиболее полное их использование.

При этом необходимо еще раз отметить, что борьба за рациональное использование всех видов сырья и на всех стадиях его переработки есть борьба за сохранение лесных богатств нашей страны, за снижение себестоимости вырабатываемой продукции, за раскрытие и использование внутренних резервов по увеличению выпуска продукции и рентабельности предприятий.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

I. О комплексной переработке низкосортной пилопродукции. Журнал "Деревообрабатывающая промышленность" № 8, 1966 (в соавторстве с

Н.А.Батиним и Е.Е.Сергеевым).

2. Об экономической эффективности переработки низкосортных пиломатериалов и горбылей. Сборник "Совершенствование техники и технологии производства" БТИ, Минск, 1967 (в соавторстве с Н.А.Батиним и Е.Е.Сергеевым).

3. К вопросу рационального использования низкосортных пиломатериалов лиственных пород. Сборник "Механическая технология древесины". Издательство "Высшая школа", Минск, 1968 (в соавторстве с Н.А.Батиним).

4. Об эффективности использования тонкомерной древесины. Сборник "Материалы научно-технической конференции по итогам научных работ 1968 г.". БТИ, Минск, 1969 (в соавторстве с Н.А.Батиним, А.Г.Ляхтановым, Е.Е.Сергеевым и Ю.А.Бруевичем).

5. Влияние исходного сырья и угловых параметров ножей на выход кондиционной щепы. Сборник "Материалы научно-технической конференции по итогам научных работ 1968 г.". БТИ, Минск, 1969.

6. Экономическая эффективность переработки низкосортных пиломатериалов в зависимости от способа раскроя. Журнал "Деревообрабатывающая промышленность", 1969, № 2 (в соавторстве с Н.А.Батиним и Е.Е.Сергеевым).