

674
Т-98

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР**

Белорусский технологический институт имени С. М. Кирова

На правах рукописи

674.061

ТЮТИКОВА Лидия Павловна

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДА
КОРОТКОМЕРНОЙ ПИЛОПРОДУКЦИИ
ИЗ БЕРЕЗОВОГО НИЗКОКАЧЕСТВЕННОГО
СЫРЬЯ**

05.21.01. Процессы и технология лесоразработок,
лесозаготовок, лесного хозяйства, лесопильных и
деревообрабатывающих производств (05.421)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 1974

674
Т. 98

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Б С С Р

Белорусский технологический институт им.С.М.Кирова

На правах рукописи

ТЮТИКОВА Лидия Павловна

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДА КОРОТКОМЕРНОЙ ПИЛОПРОДУКЦИИ
ИЗ БЕРЕЗОВОГО НИЗКОКАЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ

05.21.01 Процессы и технология лесоразработок, лесозаготовок, лесного хозяйства, лесопильных и деревообрабатывающих производств /05.421/

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бел. Гос. Ун-т
имени С. М. КИРОВА

Минск, 1974

Работа выполнена в лаборатории переработки низкокачественной древесины Центрального научно-исследовательского и проектно-конструкторского института механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ)

Научный руководитель
кандидат технических наук ФЕОКТИСТОВ А.Е.

Официальные оппоненты:

Заслуженный работник высшей школы БССР,
доктор технических наук, профессор Н.А.БАТИН

кандидат технических наук,
доцент Е.Е.СЕРГЕЕВ

Ведущее предприятие - Центральный научно-исследовательский институт механической обработки древесины

Автореферат разослан "12" февраля 1974 г.

Защита диссертации состоится "13" марта 1974 г.
в 10 час. на заседании Ученого совета Белорусского технологического института имени С.М.Кирова, г.Минск, ул.Свердлова, 18-а, корпус IУ, ауд. 220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке БТИ.

Ученый секретарь Совета,
канд.техн.наук

Е.А.Грушевская

XXIV съездом КПСС на период 1971-1975 г.г. перед лесной и деревообрабатывающей промышленностью поставлена задача добиться увеличения выхода деловой древесины до 87%, а коэффициент полезного использования древесины довести до 75%. Одним из путей решения поставленных задач является более полное использование всего заготавливаемого сырья на основе совершенной технологии и высокопроизводительного оборудования. Это в первую очередь относится к использованию лиственной и низкокачественной древесины.

Среди древесных пород особое место занимает береза. Это объясняется ее высокими физико-механическими свойствами и широким распространением. Запасы березы составляют около 10% от общего запаса древесины СССР и около 65% запаса древесины лиственных пород. Около 90% всего делового березового сырья используется в качестве лесоматериала для выработки пиленной продукции. При этом основным потребителем березовой древесины являются фанерное, мебельное, челночно-натушечное, паркетное и тарное производства. Следовательно, береза используется в народном хозяйстве в основной массе в виде коротких заготовок мелкого сечения.

В настоящее время Минлеспромом СССР заготавливается около 10 млн.м³ березовой древесины. Спелые и перестойные березовые насаждения Европейской части страны составляют 630 млн.м³. Следовательно, в год можно рубить свыше 60 млн.м³ березы только в Европейской части. Это означает, что заготовку березы можно увеличить в три раза по сравнению с существующим уровнем лишь за счет запасов березы в Европейской части. При этом вовлечение низкокачественного березового сырья в промышленную переработку позволит дополнительно получить свыше 1 млн.м³ короткомерной пилопродукции, что составляет более 10% всей короткомерной пилопродукции, вырабатываемой Минлеспромом в настоящее время. Замена качественного березового сырья низкокачественным позволит увеличить ресурсы древесного сырья и более полно удовлетворять потребности народного хозяйства в изделиях из древесины.

Целью нашей работы является определение практически применимых способов и технологии раскрытия березового низкокачественного сырья на короткомерную пилопродукцию.

Диссертационная работа состоит из пяти глав и приложения, изложенных на 220 страницах машинописного текста. Она иллюстрирована 26 рисунками, включает 40 таблиц и приложения на 33 страницах.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Древесина березы по ряду физико-механических свойств близка к твердым лиственным породам и часто служит заменителем ценных твердых пород. Большая часть заготавливаемой березовой древесины относится к разряду низкокачественной, в которой различные пороки превышают нормы, установленные на качественное сырье, и переработка которого сопряжена с повышенными трудозатратами и пониженным выходом.

В трудах проф. А.Н.Песоцкого, проф.П.П.Аксенова, проф. Н.А.Батина, Г.Г.Титкова глубоко теоретически проработаны и экспериментально проверены многие проблемы, связанные с раскроем качественного пиловочного сырья на пилопродукцию. Дальнейшее развитие эти вопросы нашли в работах Ф.Л.Фишкиной, В.М.Сытенкова, Ю.П.Тюжиной, Ю.Р.Боншанина и ряда других авторов. В работах Боншанина и Тюжиной впервые исследовалась взаимосвязь выхода пилопродукции с качественной характеристикой пиловочного сырья. Оба автора пришли к выводу о наличии качественных зон в бревне и установили взаимосвязь между встречаемостью пороков на пластьях и кромках пиломатериалов и пороков, выходящих на поверхность бревна. Продолжением этих работ явились исследования С.Н.Рыкунина и Б.М.Заливко.

Вопросы рационального использования низкосортной древесины рассматривались В.И.Пастушени, М.Г.Анапольским, С.И.Малыгиным и рядом других авторов. Однако рекомендации по методам, технологии, оборудованию и экономике раскроя березового низкокачественного сырья в этих работах либо не даются совсем, либо не могут быть использованы, т.к. в них недостаточно полно рассматривалось влияние различных пороков на выход пилопродукции. Для низкокачественного березового сырья характерно наличие различного вида пороков, основными из которых являются гниль, сучки, кривизна.

Стоимость сырья по отчетным данным предприятий составляет от 45 до 55% в полной себестоимости продукции, вырабатываемой из низкокачественного сырья. Следовательно, основным показателем, по которому можно оценить эффективность переработки низкокачественного сырья, является расход сырья. Для определения расхода сырья необходимо иметь данные по выходу пилопродукции, т.е. должна быть

известна взаимосвязь выхода с различными факторами, оказывающими на него влияние.

В настоящей работе проведены теоретические и экспериментальные исследования взаимосвязи выхода пилопродукции с размерно-качественной характеристикой низкокачественного березового сырья. На основании результатов исследования выявлены рациональные способы раскря березового низкокачественного сырья, определены предельно допустимые размеры его основных пороков и эффективность переработки на короткомерную пилопродукцию, даны рекомендации по технологии и методам расчета норм расхода сырья.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЫХОД ПИЛОПРОДУКЦИИ

Для получения распределения факторов в зависимости от степени их влияния на выход пилопродукции использован метод ранговой корреляции. В табл. I приводится распределение факторов и условные обозначения их, принятые в дальнейшем изложении.

Таблица I

Ф а к т о р	Условное обозначение	Присвоенный ранг
Размер гнили в бревне	d_r	1
Толщина бревна	d	2
Количество сучков на бревне	n	3
Длина заготовки	l	4
Способ раскря бревна	-	5
Кривизна разносторонняя	f_p	6
Ширина заготовки	b	7
Толщина заготовки	m	8
Размер сучка	d_c	9
Качество заготовки	-	10
Состояние сучка	-	11
Кривизна односторонняя	f_o	12
Сбег бревна	s	13
Длина бревна	L	14

Ширина пропила	-	15
Схема раскроя пиломатериалов	-	16

Резкое снижение суммы рангов наблюдалось с фактора - сбеж бревна. Следовательно, необходимо провести исследование взаимосвязи выхода пилопродукции с 12 факторами из рассмотренных 16. Однако влияние ряда факторов не представилось возможным исследовать теоретически. Поэтому теоретически оценивается связь выхода пилопродукции только с семью факторами: размер гнили в бревне, толщина бревна, длина заготовки, способ раскроя бревна, односторонняя кривизна, ширина заготовки, толщина заготовки. Влияние остальных факторов так же, как и проверка теоретических выводов, осуществляется экспериментально.

При проведении теоретических исследований использован графо-аналитический метод. Графический раскрой бревен проводится со следующими допущениями. Форма торца бревна рассматривается в виде круга. Поражение гнилью принято в виде цилиндра с выходом на оба торца. Обзол в заготовках не допускается. Принимается безопилочное деление древесины. Из одного бревна вырабатываются заготовки одного сечения и длины. Сечение заготовок при теоретическом исследовании принято на основании рекомендаций по нормализации размеров деталей стула, а также рекомендаций ВПКТИМ по размерам мебельных заготовок, вырабатываемых из древесины лиственных пород.

В табл.2 приводятся пределы варьирования исследуемых факторов.

Таблица 2

Ф а к т о р	Единица измерения	Пределы варьирования
Размер гнили	доли диаметра	0,2 - 0,6
Толщина бревна	см	16 - 36
Длина заготовки	м	0,4 - 1,2
Способ раскроя бревна		развальный брусовой круговой
Кривизна	%	0 - 5
Толщина заготовки	мм	20 - 40
Ширина заготовки	мм	60 - 80

Теоретический выход пилопродукции получен путем графического раскроя бревна наиболее распространенными способами: развальным, брусовым и круговым на заготовки заданного размера. Выявлена математическая зависимость выхода пилопродукции для каждого из рассматриваемых способов раскроя бревна:

$$Y_1 = 41,4 + 12,8d - 17,1d_r - 3,0l - 9,4d_r^2 + 5,2m^2 - 7,0b^2 - 3,7dd - 3,5db - 4,4dm - 2,8db + 2,4ml - 2,5bl; \quad (1)$$

$$Y_2 = 47,6 + 10,2d - 14,3d_r - 4,4m - 8,4f - 3,6l - 8,5d^2 - 10,0d_r^2 + 3,8df - 3,6fl; \quad (2)$$

$$Y_3 = 39,3 + 9,4d - 14,6d_r - 3,8m - 8,1f - 2,8l - 8,3d_r^2 - 2,9dm + 2,8df - 2,3fl; \quad (3)$$

Y_1, Y_2, Y_3 - объемный выход заготовок в условных переменных соответственно при раскрое бревна развальным, брусовым и круговым способами.

Для перехода к переменным в явном виде необходимо подставить в уравнение вместо каждого из факторов формулу перехода. Формула перехода для i -того фактора выглядит

$$x_i' = \frac{x_i - x_0}{t}, \quad (4)$$

где

- x_i' - фактор в условных переменных;
- x_0 - значение фактора на нулевом уровне в явном виде;
- x_i - фактор в явном виде;
- t - шаг варьирования i -того фактора в явном виде.

Исследование взаимосвязи выхода пилопродукции при раскрое различными способами проведено при совершенно аналогичных условиях. Следовательно, по коэффициентам при факторах можно сравнивать степень влияния каждого из них на выход продукции при раскрое бревна различными способами. Характер влияния некоторых факторов имеет существенную разницу при использовании развального способа раскроя по сравнению с брусовым и круговым. Для брусового и кругового способов характер влияния ряда факторов идентичен.

Для всех способов наибольшее отрицательное влияние на выход оказывает поражение бревна гнилью. Зависимость выхода заготовок

от размера гнили при любом из рассмотренных способов имеет криволинейный характер. С увеличением размера гнили в бревне от 0,4 до 0,6 d выход продукции падает более резко, чем при увеличении гнили от 0,2 до 0,4 d . Поражение бревна гнилью при раскросе развальным способом сказывается на выходе во взаимодействии с диаметром бревна, толщиной и шириной заготовки. При брусомом и круговом способах влияние гнили проявляется во взаимодействии с кривизной бревна, а для кругового - во взаимодействии с толщиной заготовки.

Толщина бревна имеет прямую зависимость с выходом пилопродукции - с увеличением диаметра бревна выход растет. Однако влияние диаметра бревна при развальном и круговом способах носит прямолинейный характер, а при брусомом - криволинейный. При развальном и круговом способах рост выхода продукции с увеличением диаметра бревна выражен более резко по сравнению с брусомым способом.

Кривизна бревна не оказывает влияния (в исследованных пределах) на выход продукции для развального способа раскросы сырья и носит обратную прямолинейную зависимость с выходом заготовок при раскросе бревен брусомым и круговым способами. При этом влияние кривизны бревна проявляется во взаимодействии с поражением его гнилью. При гнили в пределах 0,2-0,4 d влияние кривизны сказывается сильнее, чем при поражении бревна гнилью от 0,4 до 0,6 d .

Выход пилопродукции при брусомом и круговом способах носит характер прямолинейной обратной зависимости с толщиной заготовки. При развальном способе раскросы эта зависимость носит уже криволинейный характер.

Ширина заготовки в пределах от 60 до 80 мм не оказывает влияния на выход при раскросе брусомым и круговым способами и носит сложный характер при раскросе развальным способом. Для этого способа влияние ширины заготовки проявляется во взаимодействии с диаметром бревна и поражением его гнилью. Зависимость носит криволинейный характер. С увеличением ширины заготовки от 60 до 70 мм выход растет, а с увеличением ширины заготовки от 70 до 80 мм выход продукции уменьшается.

Длина заготовки при любом из способов раскросы имеет прямолинейную обратную зависимость с выходом продукции, то есть с увеличением длины заготовки выход падает. Однако при брусомом и круговом способах раскросы длина заготовки сказывается на выходе пило-

продукции во взаимодействии с кривизной бревна. При развальном способе длина заготовки оказывает влияние на выход во взаимодействии с толщиной и шириной заготовки.

На рис. I приводится теоретическая зависимость выхода продукции от диаметра бревна и поражения его гнилью.

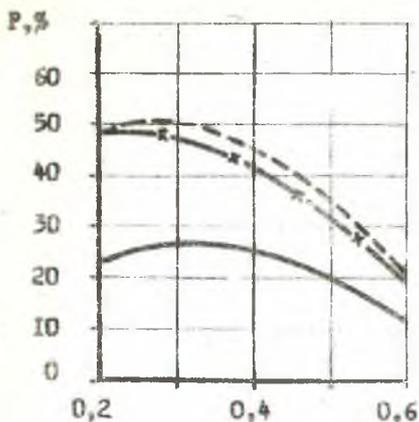
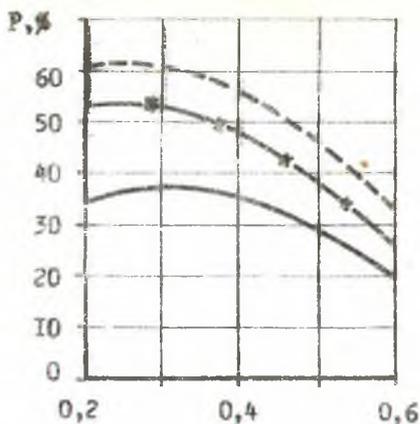
В результате теоретического исследования установлено, что наибольшее отрицательное влияние на выход продукции оказывает поражение бревна гнилью. Однако при этом гниль в бревне принята с допущением, а именно: она располагается строго по центру торца и имеет форму круга. В действительности гниль может располагаться с отклонением от центра поперечного сечения бревна и при этом иметь вытянутую, близкую к эллипсовидной, форму.

Для определения влияния формы и расположения гнили по торцу бревна на коэффициент использования его поперечного сечения проведено дополнительное графическое исследование. Форма гнили и ее расположение по торцу бревна, принятое в исследовании, показано в табл. 3.

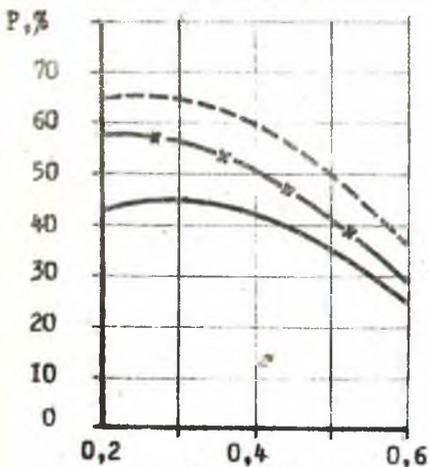
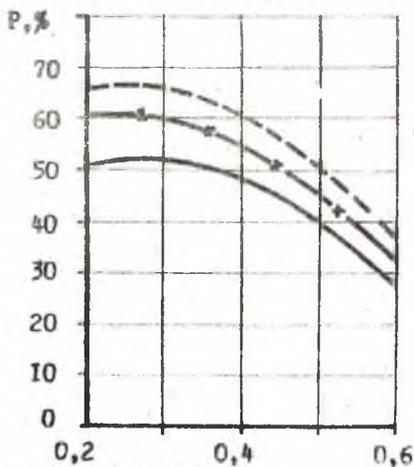
Таблица 3

Ф а к т о р	Условное обозначение	Пределы варьирования факторов
Размер по оси гнили, параллельной вертикальной оси поперечного сечения бревна, доли диаметра	d_{rg}	0,1 - 0,5
Размер по оси гнили, параллельной горизонтальной оси поперечного сечения бревна, доли диаметра	d_{rr}	0,1 - 0,5
Отклонение центра гнили от центра поперечного сечения бревна в направлении его горизонтальной оси, доли диаметра	ϵ	0 - 0,4
Толщина заготовки, доли диаметра	m	0,05 - 0,25
Ширина заготовки, доли диаметра	b	0,25 - 0,65

Получена математическая зависимость коэффициента использования площади поперечного сечения бревна для развального, брусового и кругового способов раскроя:

$d = 16 \text{ см}$  $d = 22 \text{ см}$ 

Поражение бревна гнилью, доли диаметра

 $d = 26 \text{ см}$  $d = 30 \text{ см}$ 

Поражение бревна гнилью, доли диаметра

Рис. I. Зависимость выхода пилопродукции от диаметра бревна и поражения его гнилью

Способы раскроя бревна:

- развальный
- - - брусовой
- · - круговой

$$m = 20 \text{ мм} \quad \delta = 60 \text{ мм}$$

$$c = 0,4 \text{ м} \quad f = 0 \%$$

$$Y_1 = 0,290 - 0,018 d_{r2} - 0,054 d_r + 0,034 \epsilon - 0,037 m - \\ - 0,038 \epsilon^2 + 0,026 d_{r2} \epsilon + 0,026 d_r \epsilon + 0,021 d_{r2} b; \quad (5)$$

$$Y_2 = 0,297 - 0,027 d_{r2} - 0,035 d_{rr} - 0,042 m - 0,035 b + \\ + 0,017 d_{r2}^2 + 0,034 \epsilon^2 + 0,018 d_{r2} \epsilon - 0,019 \epsilon b; \quad (6)$$

$$Y_3 = 0,381 - 0,030 d_{r2} - 0,035 d_{rr} + 0,020 \epsilon - 0,034 m - \\ - 0,029 b - 0,027 d_{r2} d_{rr}; \quad (7)$$

Y_1, Y_2, Y_3 - коэффициент использования поперечного сечения бревна соответственно по развальному, брусовому и круговому способам раскрыя в условных переменных.

На рис. 2 графически представлена зависимость коэффициента использования площади поперечного сечения бревна для гнили эллипсоидной формы, расположенной различно по отношению к центру поперечного сечения бревна. Положение осей поперечного сечения бревна принимается относительно режущего органа.

Использование площади торца бревна практически одинаково (разница составляет 2-3%) при выпилке пилопродукции мелкого сечения $0,05 d \times 0,25 d$ развальным и круговым способами, когда большая ось эллипса гнили параллельна или перпендикулярна горизонтальной оси поперечного сечения бревна. Следовательно, при этих условиях нет необходимости ориентировать бревно с гнилью относительно режущего органа. При брусовом способе раскрыя разница в коэффициенте использования площади торца при аналогичных условиях составляет 11-17%. Следовательно, в этом случае необходима ориентация бревна. Если гниль располагается строго по центру бревна или с отклонением от центра на расстояние $0,15 d$, бревно необходимо подавать на режущий орган так, чтобы большая ось гнили была перпендикулярна режущему органу.

При отклонении центра гнили от центра поперечного сечения бревна на величину $0,15-0,40 d$ большая ось эллипса гнили должна быть параллельна режущему органу. При выпилке крупномерной пилопродукции ориентация бревна с гнилью относительно режущего органа необходима при распиловке развальным и брусовым способами. В этих случаях разница в выходе пилопродукции доходит до 30%. Однако распиловка круговым способом позволяет не прово-

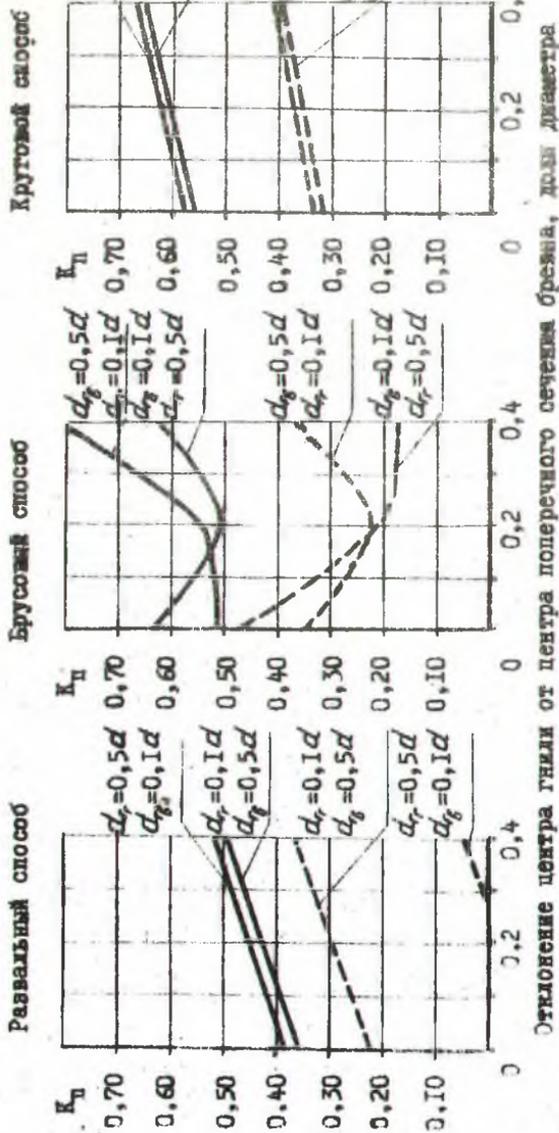


Рис. 2. Зависимость коэффициента использования площади поперечного сечения бревна от формы и расположения гнили:

Сечение пилпродукции:

— $m, b = 0,05 \times 0,25$

— $m, b = 0,25 \times 0,65$

дить ориентацию бревна с гнилью относительно режущего органа, так как разница в коэффициенте использования торца составляет всего 2%. При распиловке бревна развальным способом на крупномерную пилопродукцию, независимо от отклонения центра гнили от центра поперечного сечения бревна, вытянутая ось эллипсов гнили должна располагаться параллельно режущему органу. При брусом способе ориентация гнили относительно режущего органа зависит от величины отклонения центра гнили относительно центра торца бревна и аналогична распиловке на пилопродукцию мелкого сечения.

Если гниль имеет форму круга, независимо от ее размера, наилучшее использование площади торца достигается применением брусом способа раскря.

Исследовано влияние толщины заготовки, вписываемой в центральную зону бревна, пораженную гнилью при раскря развальным способом. Установлено, что использование поперечного сечения бревна лучше при вписывании в зону гнили более тонких заготовок.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью экспериментального исследования была проверка теоретических выводов о характере взаимосвязи некоторых факторов с выходом короткомерной пилопродукции и на основании этого определение практически применимых способов и технологии раскря низкокачественного сырья. Кроме того, ряд факторов: количество сучков на бревне, разносторонняя кривизна, размер сучка, качество заготовки, состояние сучка не представилось возможным оценить теоретически, в связи с чем их влияние на выход определялось экспериментально.

При проведении экспериментального исследования были поставлены задачи:

- определить показатель, характеризующий поражение бревна сучками;

- определить характер взаимосвязи выхода пилопродукции с наружной сучковатостью бревна при раскря тремя способами;

- определить характер взаимосвязи выхода пилопродукции с поражением бревна односторонней и разносторонней кривизной;

- определить характер взаимосвязи выхода короткомерной

года регрессионного анализа. В результате обработки получается уравнение регрессии, связывающее выход заготовок с исследуемыми факторами.

Анализ уравнений позволяет определить оптимальный выход пилопродукции при заданных параметрах сырья и продукции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Опытные распиловки проведены в Семигороднем леспромхозе Вологодской области. Распиловка по трем способам раскроя - развальному, брусовому и круговому проводилась на одном и том же ленточнопильном станке японской фирмы "Чугону-Кикай". Это позволило исключить влияние ширины пропила на выход пилопродукции при раскросе бревен различными способами. Ширина пропила составляла 2 мм. Характеристика опытной партии бревен в объеме 200 шт приводится в табл.5.

Таблица 5

Характеристика опытной партии бревен

Фактор	d	L	d_r	f_0	f_p	d_0	n_0	n_s	d_m	n_m	S
Среднее значение для партии	20,3	3,0	0,38	2,5	2,4	27,5	0,8	2,3	25,9	0,4	1,4

Здесь:

- d_0 - размер максимального открытого сучка, мм;
- n_0 - количество открытых сучков на I пог.м бревна, шт/м;
- n_s - количество заросших сучков на I пог.м бревна, шт/м;
- d_m - размер максимального табачного сучка, мм;
- n_m - количество табачных сучков на I погонном метре бревна, шт/м.

Анализ корреляционной связи факторов, характеризующих размерно-качественные параметры сырья, позволяет сделать следующие выводы:

- чем выше диаметр бревна, тем значительнее оно поражено гнилью, коэффициент парной корреляции равен 0,57, связь значительная;
- между диаметром и длиной бревна существует слабая корреляционная связь, она носит обратный характер, то есть, чем меньше диаметр бревна, тем больше его длина;

- сбер бревна связан с диаметром слабо, коэффициент парной корреляции составляет всего 0,14. Связь носит прямой характер, то есть с увеличением диаметра бревна увеличивается сбер его.

Исследование влияния сучковатости бревна проводилось путем раскряя запаспортизированных пиломатериалов на заготовки разных качественных групп. Определение показателя наружной сучковатости бревна проводится путем анализа корреляционной взаимосвязи между сучковатостью бревна, выраженной максимальным размером сучка, средним размером сучка на бревне и количеством сучков на I пог.м. бревна. Камеральный раскрой запаспортизированных пиломатериалов на заготовки клежки и обработка данных позволили установить наличие тесной корреляционной связи между максимальным и средним размерами открытого сучка. Для всех способов раскряя коэффициент корреляции не менее 0,91. Для заросших сучков эта связь выражается коэффициентом корреляции в пределах от 0,75 до 0,91.

Следовательно, как заросшие, так и открытые сучки можно характеризовать максимальным размером сучка, что более удобно для практического пользования. Также анализировалась корреляционная связь между количеством сучков на бревне и максимальным размером сучка. Установлено, что для открытых сучков наблюдается тесная корреляционная связь между этими двумя показателями, коэффициент корреляции для различных способов раскряя составил 0,68-0,81. Однако заросшие сучки не имеют тесной связи между их количеством и размером максимального сучка. Эта связь находится в пределах от умеренной до значительной.

Путем условного раскряя в лабораторных условиях запаспортизированных пиломатериалов на заготовки получены уравнения коэффициенты объемного использования бревна в зависимости от его наружной сучковатости. Сучковатость бревна характеризовалась размером максимального открытого и габачного сучка. Влияние сучковатости бревна на выход заготовок близко для развального и кругового способа и незначительно отличается от брусового.

Прослежено также влияние качественных требований к пилопродукции на коэффициент объемного использования бревна с различной пораженностью бревна сучками. Установлено, что при выработке заготовок, по сравнению с выработкой деталей гары, коэффициент объемного использования бревна в среднем в два раза ниже. Как для заго-

готовок, так и для деталей тары установлено, что влияние сучковатости сказывается более резко при увеличении сучковатости от нуля до размера максимального сучка в 30 мм, чем при увеличении максимального сучка от 30 до 60 мм.

Путем камерального расироя запаспортизированных пиломатериалов устанавливалась связь объемного использования бревна в зависимости от разносторонней и односторонней кривизны. В табл. 6 приводится коэффициент объемного использования бревна при поражении его односторонней и разносторонней кривизной. Ширина заготовки принята 80 мм, гниль в бревне отсутствует.

Таблица 6

Коэффициент объемного использования бревна

Диаметр бревна, см	Длина заготовки, м	Поражение бревна односторонней кривизной, %		Поражение бревна разносторонней кривизной, %	
		4	8	4	8
14	0,4	0,417	0,329	0,398	0,294
	1,5	0,195	0,107	0,150	0,046
20	0,4	0,480	0,392	0,470	0,366
	1,5	0,258	0,170	0,222	0,118
26	0,4	0,543	0,455	0,542	0,438
	1,5	0,321	0,233	0,294	0,190

При выработке коротких заготовок разница в объемном использовании бревен с односторонней и разносторонней кривизной составляет 1-3%. При выработке пилопродукции длиной свыше 1 м эта разница уже достигает 6%. В низкокачественном березовом сырье можно допускать одностороннюю кривизну до 5% для бревен диаметром до 20 см и до 8% для бревен диаметром более 20 см при выработке заготовок длиной до 1 м может быть допущена в тех же пределах, что и односторонняя.

Решение вопроса о целесообразности переработки низкокачественного сырья на пилопродукцию невозможно без данных по выходу продукции в зависимости от размерно-качественных параметров сырья, размеров и качества пилопродукции. Теоретическое исследование, как указывалось выше, не позволило получить абсолютного значения выхода пилопродукции. Такие данные могут быть получены только в

результате экспериментального исследования. Это объясняется тем, что реальное древесное сырье характеризуется большим многообразием различных факторов, которые носят случайный характер.

Путем камерального раскроя запасортизованных пиломатериалов получен выход пилопродукции из каждого бревна при раскрое его на заготовки одного сечения и одной длины. Качественные требования к заготовкам оценивались размером здорового сучка, допускаемого в них в соответствии с требованиями ГОСТа на данный вид продукции (γ_c). В результате обработки полученных данных методом регрессионного анализа получено математическое описание выхода пилопродукции для развального, брусового и кругового способов:

$$P_1 = 13,2 + 0,92 d + 0,30 \gamma_c - 10,0 l - 0,8 dd - 0,004 db;$$

$$P_2 = 23,6 + 0,33 d + 0,34 \gamma_c - 6,70 l - 0,90 f - 31,0 d;$$

$$P_3 = 19,2 + 0,69 d + 0,29 \gamma_c - 0,11 b - 0,08 bc - 0,70 f - 33,70 d.$$

Все уравнения адекватно описывают процесс, все включенные в модели факторы значимы при проверке по t -критерию Стьюдента.

На рис. 3 приводится выход пилопродукции из березового низкокачественного сырья при раскрое его различными способами. Брусовой способ раскроя позволяет получить наибольший выход продукции при раскрое бревен диаметром 20-34 см без гнили и при отсутствии кривизны. Это относится как к заготовкам высокого качества согласно ГОСТу 7897-62, так и пониженного качества согласно ГОСТу 299I-69. При поражении бревна гнилью и при отсутствии кривизны наибольший выход продукции при круговом способе раскроя для бревен крупного диаметра. Однако при распиловке тонких бревен преимущество имеет брусовой способ. Развальный способ раскроя имеет преимущество перед брусовым и круговым при распиловке тонких бревен с кривизной.

Результаты по выходу пилопродукции дают основание утверждать, что качественные требования к пилопродукции оказывают значительное влияние на использование древесины. В связи с этим проведено исследование выхода продукции при раскрое бревен развальным и круговым способами. При этом предусматривалась выработка из одного бревна одновременно заготовок различного качества, а следовательно, и различных размеров. Получены математические модели вы-

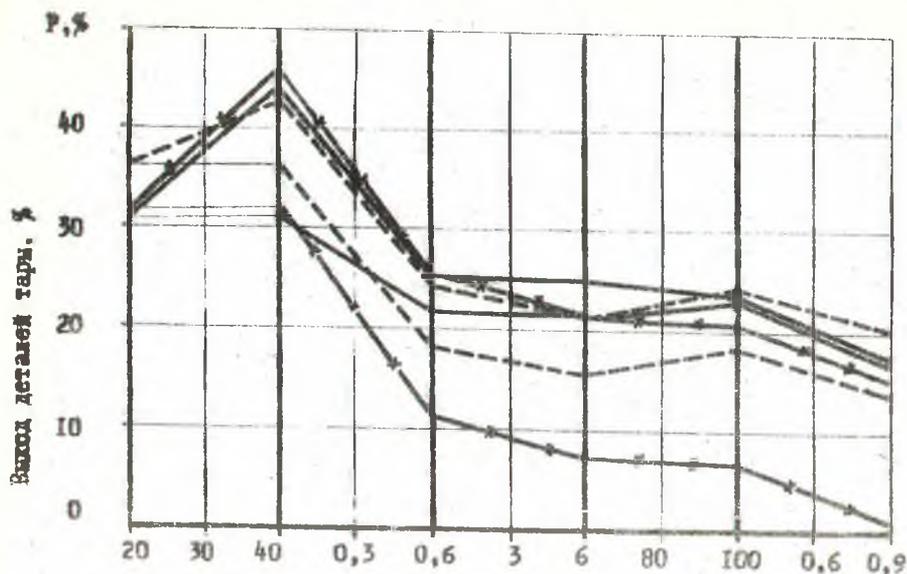


Рис. 3. Выход пилопродукции из березового сырья
 _____ равальный способ брусковый способ круговой способ
 —x—

выхода продукции соответственно для развального и кругового способов:

$$P_1 = 32,5 + 0,54a - 22,8d + 0,52z - 0,91b - 9,2c ;$$

$$P_2 = 20,4 + 0,45a - 24,5d + 0,26z - 0,08b - 6,7c .$$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рациональный раскрой пиловочного сырья предусматривает получение из данного количества сырья наибольшего объема пилопродукции в соответствии с заданной спецификацией. При этом необходимо учитывать трудоемкость выработки данного объема продукции. Следовательно целесообразность переработки пиловочного сырья определяется совокупностью общих затрат труда и материалов на получение заданной продукции.

На рис.4 приведена структурная схема переработки низкокачественного сырья, которая охватывает большинство осуществляемых способов раскроя низкокачественной древесины. Экономический анализ технологических процессов переработки низкокачественного сырья проведен для развального, брусового и кругового способов раскроя бревен. В качестве критерия оценки экономической эффективности была принята сумма приведенных затрат на единицу перерабатываемого сырья, а также показатель рентабельности производства.

Приведенные затраты для развального, брусового и кругового способов составляют соответственно 15, 10 руб., 14,80 руб. и 17,61 руб. Поэтому технологический процесс на основе брусового способа предпочтительнее. Однако выход пилопродукции зависит от размерно-качественных параметров сырья, а также от спецификационных требований к продукции. С изменением параметров сырья и требований к продукции будет изменяться и рентабельность производства.

При выработке заготовок шириной 60 мм более высокий показатель рентабельности имеет поток на основе развального способа по сравнению с брусовым. При выработке заготовок шириной 100 мм обратная картина - преимущество имеет брусовой способ. Технологический поток на основе кругового способа уступает развальному и брусовому, независимо от размеров и качества пилопродукции.

На рис.5 показана зависимость себестоимости продукции от ее размеров при комбинированном раскрое сырья развальным и круговым

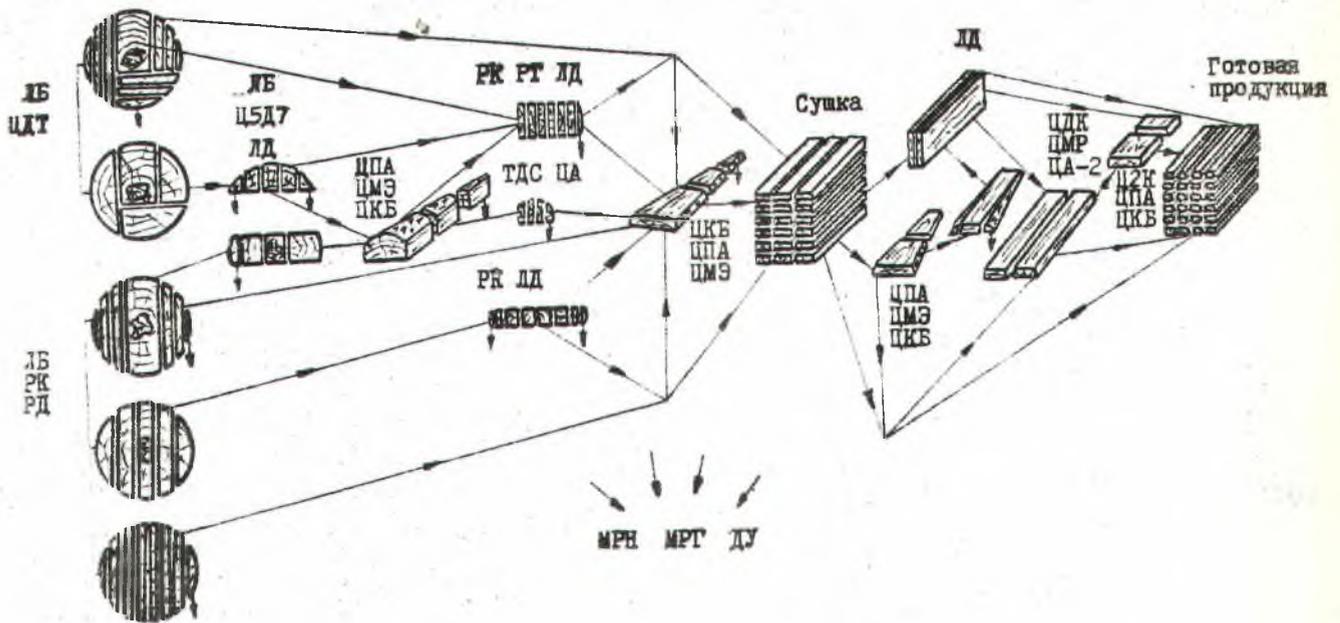


Рис. 4. Структурные схемы переработки низкокачественной древесины

Способы раскроя бревна:

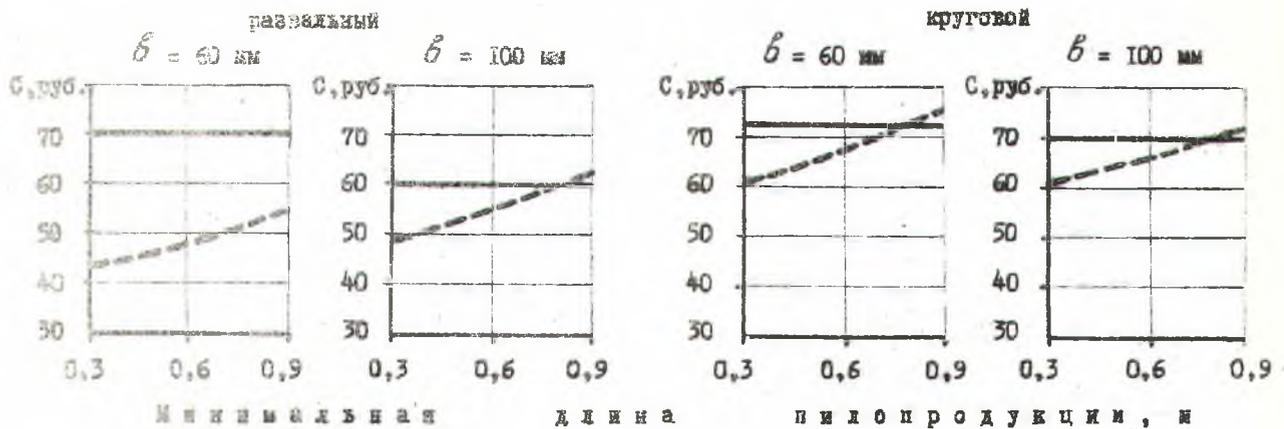


Рис. 5. Зависимость себестоимости от размеров пилопродукции при комбинированном раскрое березового сырья

отпускная цена пилопродукции, руб.

себестоимость пилопродукции, руб.

способами. Отпускная цена продукции показана на графике прямой, параллельной оси абсцисс. Для березового низкокачественного сырья применение развального способа значительно эффективнее по сравнению с круговым.

Примером реализации выводов, полученных при выполнении настоящего исследования, является корректировка и осуществление технологической схемы потока переработки низкокачественной древесины в лесопильно-раскроечном цехе Крестецкого леспромхоза ЦНИИМЭ.

На основании результатов исследования разработан и передан промышленности проект норм расходования березового низкокачественного сырья для производства короткомерной пилопродукции.

Усредненный расход березового низкокачественного сырья при выработке короткомерной пилопродукции, комбинированной по качеству, составляет для пиловочника IV сорта $2,97 \text{ м}^3/\text{м}^3$, для технологических дров — $3,45 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

I. Анализ литературных источников показывает:

- березовая низкокачественная древесина, в основном тонкомерная, причем в центре, на севере и западе страны более тонкая, чем на Урале и Сибири; средний диаметр пиловочника IV сорта для районов Европейского Севера и Центра составляет 18 см, дровяного 20 см, средний диаметр такого же сырья районов Урала и Сибири несколько больше (в среднем на 2-3 см);
- основным сортообразующим пороком дровяной березы являются гнили, до 80% в районах Урала и Сибири и около 50% в Центре и на Севере Европейской части страны, кривизна, более 20% в Центральных районах и сучья около 10%;
- основным сортообразующим пороком пиловочной древесины IV сорта являются сучья 32-38%, гниль и кривизна от 10 до 15% встречаются примерно в равных пропорциях.

2. В связи с тем, что низкокачественная березовая древесина имеет большое количество разнообразных пороков, пределы варьирования которых весьма велики, для определения оптимальных способов и условий ее использования наиболее приемлем и применен в данной работе вероятностный способ исследования путем построения мате-

тического описания процесса.

3. В результате теоретических исследований установлена:

- зависимость выхода пилопродукции от толщины и качественных параметров сырья при раскросе его различными способами;
- зависимость коэффициента использования поперечного сечения бревна от формы и расположения гнили относительно центра торца бревна. Установлено, что ориентация бревна с гнилью относительно положения режущего органа необходима при выработке крупномерной пилопродукции типа пиломатериалов. При выработке заготовок ориентация бревна с гнилью целесообразна при использовании брусового способа раскроса;
- зависимость коэффициента использования поперечного сечения бревна для развального способа от толщины заготовки, вписываемой центральную зону, пораженную гнилью.

4. Экспериментальное исследование проведено с применением активно-пассивного метода. Результаты экспериментального исследования подтверждают основные выводы о влиянии различных факторов на выход пилопродукции, полученные теоретическим путем.

5. В результате экспериментального исследования установлено, что наружная сучковатость бревна имеет связь с выходом пилопродукции. Распространение сучков в низкокачественном березовом сырье снижает общий выход пилопродукции в пределах - 2-4%. На основании этого при переработке березового низкокачественного сырья наличие сучков можно не регламентировать.

6. Экспериментально установлено, что при выработке короткомерной пилопродукции влияние односторонней и разносторонней кривизны практически не различается. При выработке продукции длиной свыше 1 м одностороннюю кривизну можно допускать в березовом сырье в два раза большую по сравнению с разносторонней. Размер допустимой кривизны зависит также от диаметра распиливаемого сырья.

7. В результате экспериментального исследования установлено, что размер максимально допустимой гнили зависит от диаметра бревна. В бревнах толщиной до 20 см можно допускать гниль до 0,4 диаметра торца с одной стороны или до 0,2 диаметра с двух сторон. При распиловке бревен диаметром от 20 до 30 см выход гнили может составлять 0,6 α на одном торце или 0,3 α с выходом на оба торца. В бревнах диаметром от 30 до 40 см можно допускать гниль 0,7 диа-

метра с выходом на один торец и до 0,5 д с выходом на оба торца.

8. Выводы, полученные в результате теоретического и экспериментального исследования, позволили разработать рекомендации по технологии и составу оборудования для цехов переработки низкокачественной древесины. Результаты были использованы при корректировке технологической схемы потока переработки низкокачественной древесины в Крестецком леспромхозе.

9. Сравнение экономических показателей различных технологических процессов переработки низкокачественного березового сырья, основанных на различных способах раскря, позволило установить степень экономической целесообразности каждого из них. При этом получено экономическое подтверждение необходимости комбинирования выработки пилопродукции различного качества и размеров. Выработка продукции одного качества почти при всех его размерах либо мало эффективна, либо просто экономически не целесообразна. Наилучшие экономические показатели имеют цехи, в которых осуществляется развальный и брусковый способы раскря.

10. На основании экспериментального исследования установлено, что выход высококачественных короткомерных заготовок (по ГОСТ 7897-62) из низкокачественного березового сырья в предельном случае составляет 40%, средний выход такой продукции составляет 10-15%. Выход пилопродукции пониженного качества (детали тары, заготовки основания паркетных досок и др.) несколько выше и колеблется от 10 до 55%. Средний общий выход пилопродукции составляет 25-30%.

11. На основании результатов исследования разработан и сдан в Минлеспром для утверждения проект норм расходования березового низкокачественного сырья для производства короткомерной пилопродукции.

Основные материалы диссертации опубликованы в следующих работах автора:

1. Тютиков Л.П. Математическое описание развального способа раскря березового сырья. - "Тара деревянная", 1972, № 7.

2. Тютиков Л.П. Переработка березовой низкокачественной древесины на пилопродукцию. - "Тезисы докладов участников I научно-технической конференции аспирантов и молодых специалистов", 1972, об.ЦНИИМОД.

3. Тютиков Л.П. Влияние формы и расположения гнили на коэф-

фициент использования поперечного сечения бревна. - "Тезисы докладов участников IV научно-технической конференции аспирантов и молодых специалистов лесной промышленности", 1978, сб. ЦНИИМЭ.

4. Титикова Л.П. Исследование раскрытия березовой янтарно-чественной древесины на заготовке. - "Труды ЦНИИМЭ", 1978, № 130.

5. Ворошицын К.И., Феоктистов А.Е., Яунсидс У.Э., Тыхкова А.Ц. Основные направления технического прогресса в производстве деревянных тарных комплектов. - "Труды ЦНИИМЭ", 1978, № 180.

6. Феоктистов А.Е., Яунсидс У.Э., Титикова Л.П. Расчет расхода сырья при выработке короткомерной пиломпродукции. - Ж. "Лесная промышленность", 1978, № II.

Материалы диссертации доложены и обсуждены на четырех научно-технических конференциях в ЦНИИМЭ, МЛТИ, УкрНИИМОда.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, с заверенными подписями просим прислать по адресу:

220680, г. Минск, ул.Свердлова, 13-а,
БТИ им.С.М.Кирова, Ученому секретарю.

Тютикова Лидия Павловна
Исследование выхода короткомерной пилопродукции из
березового низкокачественного сырья

Подписано к печати 29.1.74 г.

Бумага 60 x 90 1/16 Объем 1,5 п.л. Л-71624

Заказ 52 Бесплатно Тираж 150

Ротапринт ЦНИИМЭ