

На правах рукописи

Краснова Валентина Феликсовна

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА  
С КОЛЬЦЕВЫМИ ПОРАЖЕНИЯМИ  
ИЗ-ЗА ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

05.21.05 – Древесиноведение, технология  
и оборудование деревопереработки

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Архангельск – 2011

Работа выполнена в Марийском государственном техническом университете

Научный руководи- доктор технических наук,  
тель: заслуженный деятель науки  
республики Марий Эл,  
профессор  
Торопов Александр  
Степанович

Официальные оп- доктор технических наук,  
поненты: профессор Рыбин Борис  
Матвеевич  
кандидат технических наук  
Парфенов Сергей Альберто-  
вич

Ведущая организа- ГУП ЧР «Чувашский  
ция: лесхоз» Министерства  
природных ресурсов и  
экологии Чувашской  
Республики (428903,  
Чувашская Республика,  
г. Чебоксары, ул.  
Дубравная, 5)

Защита состоится 02 марта 2011 г. в 13 ч. на заседании диссертационного совета Д 212.008.01 при Северном (Арктическом) федеральном университете (наб. Северной Двины, 17, главный корпус, ауд. 1228).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке С(А)ФУ

Автореферат разослан \_\_\_\_ января 2011 года

Ученый секретарь  
диссертационного  
совета



А.Е. Земцов-  
ский

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** На протяжении последних 30 лет в результате воздействия комплекса неблагоприятных природных и антропогенных факторов наблюдается прогрессирующая деградация и массовое отмирание дубрав по всему ареалу их произрастания, включая, и республику Чувашия. В дубовом низкокачественном сырье преобладающим пороком является внутренняя заболонь (кольцевое поражение), расположенная в ядровой древесине. Антропогенные дубравы Чувашской Республики характеризуются большой фаутичностью древостоев. Из существующих грибных поражений большую часть (45,1 – 75,0%) составляет гниль внутренней заболони дубовой древесины, связанной с воздействием морозов 1978/79 гг. По этой причине древесина переводится в разряд неликвидной. Широкое и разнообразное применение древесины дуба и сравнительно небольшие её запасы, длительный срок воспроизводства требуют рационального использования этой ценной породы.

Существующие технологии заготовки и переработки древесины дуба с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур не позволяют рационально её использовать. Необходимо проектирование и внедрение специализированных технологий по переработке древесины дуба, имеющей данный порок, способствующих максимальному выходу качественной пилопродукции.

Таким образом, в первую очередь, представляется актуальным решение задачи рационального использования древесины дуба с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка и обоснование технологии переработки древесины дуба с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур.

В соответствии с этим установлены следующие основные задачи исследований:

- 1) определение параметров пораженности древесины дуба с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур;
- 2) разработка математической модели определения объемного выхода пилопродукции из древесины дуба с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур.
- 3) определение влияния основных факторов на величину выхода пилопродукции из круглых лесоматериалов с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур.
- 4) проведение опытных распиловок дубовых лесоматериалов с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур на пилопродукцию.

**Предмет и методы исследований.** Предмет исследований – способ раскря дубовых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения из-за воздействия низких температур на пилопродукцию.

В диссертационной работе были использованы аллометрический метод и математические модели для описания образующей дубовых лесоматериалов и кольцевого поражения из-за воздействия низких температур. В процессе обработки экспериментальных данных применялись методы математической статистики и стандартные программы на ЭВМ.

**Научная новизна.** Установлены закономерности изменения диаметров кольцевого поражения, вызванного воздействием низких температур, по длине лесоматериала. Разработаны: новый способ раскря круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения, (патент РФ № 2392111); математическая модель определения выхода пи-

лопродукции из круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения из-за воздействия низких температур.

**На защиту выносятся следующие научные положения:**

- 1) закономерности изменения диаметров кольцевого поражения, вызванного воздействием низких температур, по длине лесоматериала;
- 2) способ раскроя круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения на пилопродукцию;
- 3) математическая модель определения выхода пилопродукции из круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения из-за воздействия низких температур.
- 4) результаты экспериментальных исследований выхода пилопродукции из дубовых лесоматериалов с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур.

**Достоверность выводов и результатов исследований.** Адекватность математических моделей, полученных в работе, проверена и подтверждена F-критерием Фишера. Предлагаемый способ раскроя дубовых лесоматериалов с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур на пилопродукцию апробирован на практике в производственных условиях.

**Практическая значимость.** Разработанная математическая модель определения выхода пилопродукции из круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения из-за воздействия низких температур, используется при планировании расхода сырья. В настоящее время математическая модель используется в учебном процессе при изучении дисциплины «Оптимальный раскрой и прогнозирование выхода продукции деревообрабатывающих производств». Предлагаемый способ раскроя круглых лесоматериалов реализуется на Мариинско-Посадском производственном участке ГУП ЧР «Чувашский лесхоз».

**Апробация работы.** Основные научные положения и результаты исследований докладывались и обсуждались на международной научно-технической конференции «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития» (Брянск, 2008), в совещании-семинаре «Повышение устойчивости и продуктивности дубрав, опыт и перспективы выращивания насаждений лиственницы в европейской части России» (Казань, 2005), научно-практической конференции, посвященная 75-летию со дня рождения доктора с.-х наук И.А. Алексева (Йошкар-Ола, 2003), научно-технических конференциях МарГТУ в 2006-2010г.

**Публикации.** Основное содержание диссертации изложено в 10 статьях. Получено 2 патента на изобретения.

**Структура и объем работы.** Диссертация содержит введение, 5 разделов, выводы и рекомендации, список литературы и приложения. Объем работы: основного текста – 109 с., иллюстраций – 18, таблиц – 14, список литературы – 133 наименования, приложений – 16 (81 с.).

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** показана актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** проведен обзор и анализ работ, посвященных исследованию пораженности древесины внутренней заболонью, кольцевой гнилью, радионуклидами и раскрою ее на пилопродукцию.

Исследованиями поражённости древесины внутренней заболонью и возникающей впоследствии гнилью внутренней заболони в разное время занимались Г.С. Азаров,

И.А. Алексеев, А.Т. Вакин, С.И. Ванин, Н.А. Голосов, Л.Б. Гранатов, В.В. Миллер, М.М. Михайлов, О.И. Полубояринов, И.П. Пряхин, Ф.А. Соловьёв и др.

Многочисленные исследования, проведенные этими учеными, свидетельствуют о высокой степени пораженности древостоев дуба внутренней заболонью и возникающей впоследствии кольцевой гнилью.

Сырьевые ресурсы дубовых лесов в Приволжском федеральном округе занимают значительную площадь – 632,2 тыс. га. На данных площадях имеется значительный запас приспевающих (36,63 млн. м<sup>3</sup>) и спелых и перестойных насаждений (55,56 млн. м<sup>3</sup>).

Производственники предпочитают использовать дорогое привозное сырье из южных районов нашей страны, что увеличивает затраты на транспортные расходы, а это влечет за собой существенное повышение стоимости готовой продукции.

На основании анализа работ в области исследований пораженности древесины дуба внутренней заболонью и кольцевой гнилью можно сделать вывод о необходимости рационального использования дубового сырья.

По вопросу рационального раскроя низкокачественной древесины работали следующие ученые: А.Е. Алексеев, Э.В. Алексеева, И.А. Айзенберг, М.Г. Анапольский, И.Л. Белозеров, В.И. Белько, В.Ф. Ветшева, В.И. Гриб, К.В. Демченко, В.Ф. Домницкий, Б.М. Заливко, Н.Ф. Кварая, Г.И. Кондратова, К.А. Лонн, Л.Н. Малыгин, И.С. Матвеева, В.М. Меркелов, О.А. Мищенко, В.С. Петровский, В.Е. Печенкин, С. Н. Рыкунин, А.Н. Сухих, Г.Г. Титков, А.С. Торопов, Л.П. Тютикова, В.Г. Уласовец, А.Е. Феоктистов, В.Н. Хлебодаров, Е.И. Хоменко, У.Э. Яунсилс и др.

Вопрос о применении рациональных методов раскроя тонкомерного сырья, сырья с дефектами формы ствола и сырья с ядровой гнилью достаточно исследован.

По данным исследователей сырьё со стволовой и смешанной гнилью перерабатывать на пилопродукцию нерационально из-за низкого содержания здоровой древесины в нем (20-30 %). Но в данных исследованиях не рассматриваются способы раскроя для кольцевого поражения древесины из-за воздействия низких температур (внутренняя заболонь, и возникающая впоследствии кольцевая гниль).

Существующие способы раскроя круглых лесоматериалов, имеющих поражение в виде радионуклидов можно применить для раскроя круглых лесоматериалов, имеющих периферийное кольцевое поражение.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о недостаточной изученности процессов раскроя древесины, имеющей кольцевые поражения в виде внутренней заболони из-за воздействия низких температур.

Предлагаемый способ получения пилопродукции из круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения (рисунок 1) включает раскрой лесоматериала на секторы в продольном направлении, деление секторов на части, отделение пораженных частей параллельно образующей лесоматериала, раскрой периферийных частей секторов на пиломатериалы, разворот и скрепление сердцевинных частей секторов и отдельно боковых частей секторов в пилопродукцию.

Становится необходимым проведение теоретических и экспериментальных исследований выхода пилопродукции при раскрое круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения из-за воздействия низких температур.

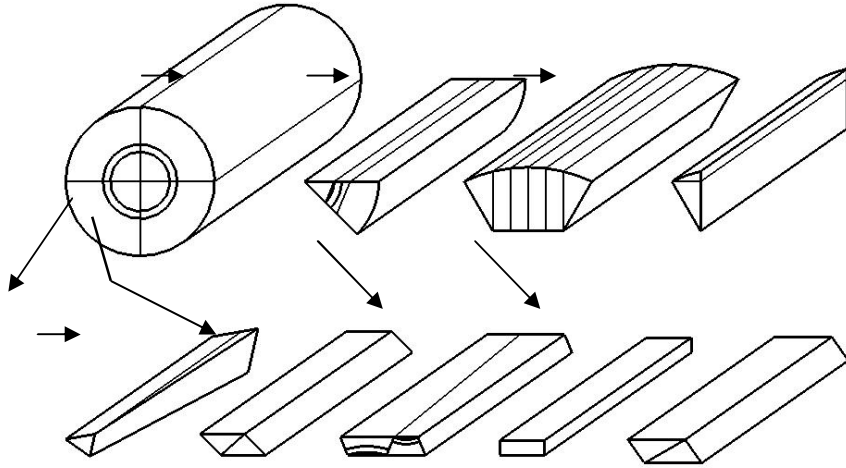


Рисунок 1 – Раскрой круглого лесоматериала с кольцевым поражением на пилопродукцию

Во второй главе разработана математическая модель определения выхода пилопродукции при раскросе пиловочника с кольцевым поражением.

Форма образующей пиловочника и кольцевого поражения описываются аллометрическими уравнениями, в основе которых заложен известный закон относительного роста древостоя.

$$\begin{aligned}d &= d_0 + a_1 l^{b_1}, \\d_{вк} &= d_{вк0} - a_2 l^{b_2}, \\d_{нк} &= d_{нк0} - a_3 l^{b_3},\end{aligned}$$

где  $d, d_{вк}, d_{нк}$  – соответственно диаметр пиловочника без коры и диаметры внутреннего и наружного слоя кольцевого поражения в произвольном сечении, м;  $d_0, d_{вк0}, d_{нк0}$  – соответственно диаметр пиловочника без коры и диаметры кольцевого поражения в комле, м;  $a_1, a_2, a_3$  – константы начального состояния;  $l$  – расстояние от комля до произвольного сечения, м;  $b_1, b_2, b_3$  – константы равновесия, передающие темп изменения диаметра относительно  $l$ .

Ширина кольца внутренней заболони в произвольном сечении равна:

$$h_{вз} = \frac{d_{нк} - d_{вк}}{2}.$$

Способ раскроса круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения смежных годовичных слоев, по новому способу предполагает раскрой круглых лесоматериалов на секторы в продольном направлении. Количество секторов может быть от 4 до 8. Каждый полученный сектор, в свою очередь делится на сердцевинную часть, поражённую часть и периферийную часть сектора, которая в дальнейшем делится на пиломатериалы и боковые части (рисунок 2).

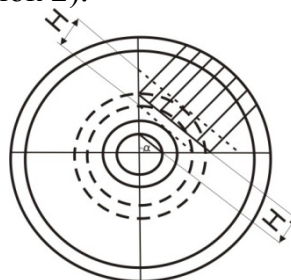


Рисунок 2 – Схема раскроя круглого лесоматериала, имеющего кольцевые поражения смежных годовичных слоёв

Объем пилопродукции, получаемый из круглых лесоматериалов с кольцевым поражением:

$$V_{n/n} = V_I + V_{II} + V_{III} + V_{IV},$$

где  $V_I$  - объем пиломатериалов, получаемых из секторов после удаления кольцевого поражения;  $V_{II}$  - объем пилопродукции, содержащей кольцевое поражение;  $V_{III}$  - объем пилопродукции из сердцевинной части секторов;  $V_{IV}$  - объем пилопродукции из боковых частей секторов.

Объем пиломатериалов, получаемых из секторов после удаления кольцевого поражения:

при четном числе пиломатериалов из сектора

$$V_I = 2N \sum_{i=1}^k t_i h_i l_i,$$

при нечетном числе пиломатериалов из сектора

$$V_I = N(t_i h_i l_i + 2 \sum_{i=2}^k t_i h_i l_i),$$

где  $N$  - число секторов;  $t_i, h_i, l_i$  - соответственно толщина, ширина и длина  $i$ -го пиломатериала,  $k$  - число пиломатериалов из одного сектора.

Число пиломатериалов из одного сектора при условии равной их толщины определяется по формуле:

$$k = \frac{d_{нк0} t g \frac{\alpha}{2} + 2 p_2}{t_i + y_{t_i} + p_2},$$

где  $\alpha$  - угол сектора;  $p_2$  - ширина пропила при распиловке периферийных частей секторов на пиломатериалы;  $y_{t_i}$  - усушка по толщине  $i$ -го пиломатериала.

Если толщина пиломатериалов разная, то при определении ширины пиломатериала нужно следить, чтобы линейный расход на него не превышал оставшуюся пропиленную пласт периферийной части сектора, т.е. выполнялось условие:

$$\text{для четного постава } t_i + y_{t_i} \leq d_{нк0} t g \frac{\alpha}{2} - (p_2 + 2(t_1 + y_{t_1})) - 2 \sum_{i=2}^{i-1} (t_i + y_{t_i} + p_2),$$

$$\text{для нечетного постава } t_i + y_{t_i} \leq d_{нк0} t g \frac{\alpha}{2} - (t_1 + y_{t_1}) - 2 \sum_{i=2}^{i-1} (t_i + y_{t_i} + p_2).$$

Ширина  $i$ -го пиломатериала в произвольном поперечном сечении по внутренней пласти

$$h'_i = \frac{1}{2} \left( \sqrt{d^2 - 4g_{ei}^2} - d_{ек} \cos \frac{\alpha}{2} \right) - p_1 - 2(H + p_2),$$

по наружной пласти

$$h''_i = \frac{1}{2} \left( \sqrt{d^2 - 4g_{ni}^2} - d_{ек} \cos \frac{\alpha}{2} \right) - p_1 - 2(H + p_2),$$

где  $g_{ei}, g_{ni}$  - соответственно расстояние от оси круглого лесоматериала до внутренней и наружной пластей  $i$ -го пиломатериала;  $p_1$  - ширина пропила при распиловке круглого лесоматериала на секторы.

Объем пилопродукции, содержащий кольцевое поражение:

$$V_{II} = \frac{1}{2} (B_1 + B_2) NHL,$$

где  $B_1, B_2$  - соответственно ширина внутренней и наружной пластей пилопродукции;  $H$  - толщина пилопродукции;  $L$  - длина круглого лесоматериала.

Толщина низкокачественной пилопродукции

$$H = \frac{d_{нк0}}{2} \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right).$$

Объем пилопродукции из сердцевинных частей секторов:

$$V_{III} = \frac{1}{4} N L d_{вкв}^2 \cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2},$$

где  $d_{вкв}$  - диаметр внутреннего кольца в вершине.

Объем пилопродукции из боковых частей секторов:

$$V_{IV} = \frac{1}{4} N L \left( d_в - \frac{d_{нкв}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right)^2 \sin \frac{\alpha}{2},$$

где  $d_{нкв}$  - диаметр наружного кольца в вершине.

Объем круглого лесоматериала

$$V = \frac{\pi}{4} \left( d_0^2 L + 2 \frac{a_1 d_0}{b_1 + 1} L^{b_1 + 1} + \frac{a_1^2}{2b_1 + 1} L^{2b_1 + 1} \right)$$

Общий выход пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением

$$P = \frac{V_{н/н}}{V} 100\%.$$

Кроме общего выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением целесообразно будет определить выход каждого вида пилопродукции.

Выход пиломатериалов:

$$P_I = \frac{V_I}{V} 100\%.$$

Выход низкокачественной пилопродукции (содержащей кольцевое поражение):

$$P_{II} = \frac{V_{II}}{V} 100\%.$$

Выход пиломатериалов из сердцевинных частей секторов:

$$P_{III} = \frac{V_{III}}{V} 100\%.$$

Выход пиломатериалов из боковых частей секторов:

$$P_I = \frac{V_I}{V} 100\%.$$

Общий выход качественной пилопродукции:

$$P_{\kappa} = \frac{V_I + V_{III} + V_{IV}}{V} 100\%.$$

**В третьей главе** проведены исследования формы круглых лесоматериалов дуба с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур. Исследования проводились на Мариинско-Посадском производственном участке ГУП ЧР «Чувашский лесхоз».

На основании проведенных замеров 100 пиловочных бревен с помощью аллометрического метода получены математические модели образующих круглых лесоматериалов без коры, а также образующих внутреннего и наружного слоев кольцевого поражения для дуба черешчатого:

$$d_{вк} = 0,372 - 0,0336 l^{0,4411},$$

$$d_{HK} = 0,4 - 0,0382 l^{0,4267}$$

На основе полученных зависимостей, описывающих форму круглых лесоматериалов, а также форму кольцевого поражения рассчитаны объемы внутренней заболони. Для круглых лесоматериалов диаметром от 38 до 50 см объемы внутренней заболони составляют 3-10 % от их объема.

**В четвертой главе** на основе математической модели разработана имитационная модель раскроя круглых лесоматериалов с кольцевым поражением на пилопродукцию. Для проведения исследований в среде Excel разработана программа определения выхода пилопродукции при раскрое пиловочника с кольцевым поражением. Алгоритм программы представлен на рисунке 3.

На первом этапе получаем математическую модель пиловочника с кольцевым поражением. С помощью функций генерации случайных чисел определяются:

- аллометрические коэффициенты, учитывающие форму образующей пиловочника, а также форму кольцевого поражения;
- точное значение вершинного диаметра в диапазоне, относящемся к заданному стандартному.



Рисунок 3 – Укрупненная блок-схема определения объемного выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением

На втором этапе по разработанной математической модели определения выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением производится определение размеров и объемов этой пилопродукции.

С помощью имитационной модели проведены исследования выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением. В качестве выходной величины принят выход пилопродукции из пиловочника в %.

В результате анализа факторов, влияющих на величину объемного выхода пилопродукции при раскрое пиловочника с кольцевым поражением, в качестве независимых факторов приняты диаметр пиловочника ( $d$ ), длина пиловочника ( $l$ ), диаметр наружного кольца в вершине ( $d_{нк}$ ).

Факторы варьировались в следующих диапазонах:

$$38 \leq d \leq 50 \text{ см}; \quad 3 \leq l \leq 4 \text{ м}; \quad 14 \leq d_{нк} \leq 20 \text{ см}.$$

Таблица – Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Значения факторов в условных/натуральных переменных		
	$x_1 / d$ , см	$x_2 / d_{нк}$ , см	$x_3 / l$ , м
1	+1/50	+1/20	+1/4
2	-1/38	+1/20	+1/4
3	+1/50	-1/14	+1/4
4	-1/38	-1/14	+1/4
5	+1/50	+1/20	-1/3
6	-1/38	+1/20	-1/3
7	+1/50	-1/14	-1/3
8	-1/38	-1/14	-1/3
9	+1/50	0/17	0/3.5
10	-1/38	0/17	0/3.5
11	0/44	+1/20	0/3.5
12	0/44	-1/14	0/3.5
13	0/44	0/17	+1/4
14	0/44	0/17	-1/3

Постоянными факторами в эксперименте была толщина пиломатериалов из периферийных частей секторов – 22 мм и число секторов -4.

В результате исследований получены зависимости выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением в условных переменных. После статистической обработки и проверки значимости коэффициентов уравнения получены следующие уравнения:

1) общий выход пилопродукции

$$y = 65,99 + 1,015x_1 + 0,54x_2 - 1,1x_3 + 0,55x_1^2 + 0,575x_2^2 - 0,36x_3^2 - 0,45x_1x_2 + 0,56x_2x_3 - 0,2x_1x_3,$$

2) выход качественной пилопродукции

$$y = 42,58 + 1,424x_2 - 0,94x_3 - 0,712x_2^2 + 1,163x_1x_2,$$

3) выход обрезных пиломатериалов

$$y = 36,89 + 1,842x_1 - 0,916x_2 - 0,798x_3 - 0,935x_1^2 - 0,795x_2^2 + 1,855x_1x_2,$$

4) выход низкокачественной пилопродукции

$$y = 14,52 - 4,256x_1 + 3,841x_2 + 2,593x_1^2 - 1,555x_1x_2,$$

5) выход пилопродукции из сердцевинных частей секторов

$$y = 5,69 + 1,424x_2 - 0,94x_3 - 0,712x_2^2 + 1,163x_1x_2,$$

6) выход пилопродукции из боковых частей секторов

$$y = 8,9 + 4,988x_1 - 4,729x_2 - 0,415x_3 - 1,488x_1^2 + 1,055x_2^2 + 1,05x_3^2.$$

Из полученных уравнений регрессии видно, что наибольшее влияние на выход всех категорий пилопродукции оказывает диаметр пиловочника. С увеличением диаметра пиловочника увеличивается доля всех видов качественной пилопродукции и уменьшается выход низкокачественной пилопродукции.

После преобразований уравнения регрессии для натуральных переменных будут иметь вид:

1) общий выход пилопродукции

$$P = 86,71 - 0,514d - 2,19d_{нк} + 4,5l + 0,015d^2 + 0,64d_{нк}^2 - 1,448l^2 - 0,025dd_{нк} + 0,37ld_{нк} - 0,066dl,$$

2) выход качественной пилопродукции

$$P = 66,58 - 1,099d + 0,319d_{нк} - 1,88l - 0,079d_{нк}^2 + 0,065dd_{нк},$$

3) выход обрезных пиломатериалов

$$P = 34,45 + 0,839d - 1,835d_{нк} - 1,596l - 0,026d^2 - 0,088d_{нк}^2 + 0,103dd_{нк},$$

4) выход низкокачественной пилопродукции

$$P = 98,77 - 5,578d + 5,081d_{нк} + 0,072d^2 - 0,086dd_{нк},$$

5) выход пилопродукции из сердцевинных частей секторов

$$P = 29,69 - 1,099d + 0,319d_{нк} - 1,88l - 0,079d_{нк}^2 + 0,065dd_{нк},$$

6) выход пилопродукции из боковых частей секторов

$$P = 7,35 + 4,469d - 5,562d_{нк} - 30,238l - 0,041d^2 + 0,117d_{нк}^2 + 4,201l^2.$$

По результатам расчетов построены графики зависимости выхода пилопродукции от исследуемых факторов (рисунки 4-6).

Из графика (рисунок 4) видно, что с увеличением диаметра пиловочника уменьшается выход низкокачественных пиломатериалов, но увеличивается выход пилопродукции из боковых частей секторов. При этом объемный выход обрезных пиломатериалов и пилопродукции из сердцевинных частей секторов остаются практически неизменными. Общий выход пилопродукции с увеличением диаметра незначительно (примерно на 2-3 %) повышается.

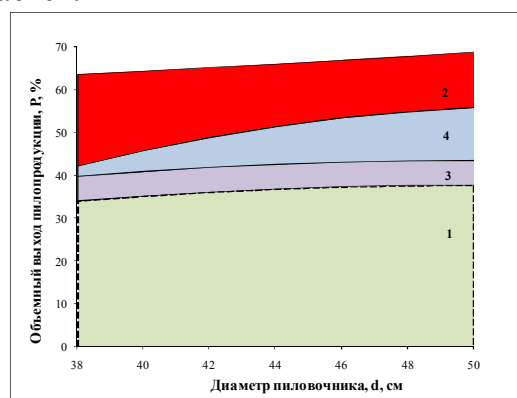


Рисунок 4 – Зависимость объемного выхода пилопродукции от диаметра пиловочника ( $d_{нк}=17$  см,  $l=3.5$  м): 1 – обрезные пиломатериалы, 2 – низкокачественные пиломатериалы, 3, 4 – соответственно пилопродукция из сердцевинных и боковых частей секторов

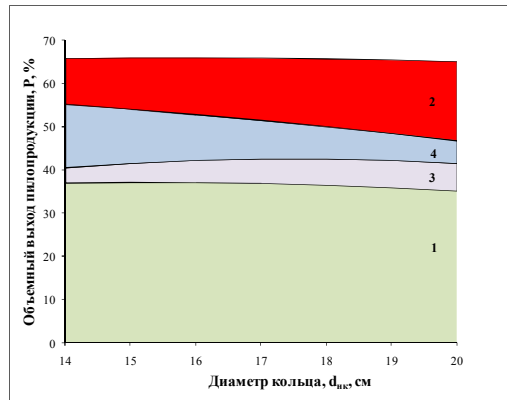


Рисунок 5 – Зависимость объемного выхода пилопродукции от диаметра наружного кольца ( $d = 44$  см,  $l = 3.5$  м):

1 – обрезные пиломатериалы, 2 – низкокачественные пиломатериалы,  
3, 4 – соответственно пилопродукция из сердцевинных и боковых частей секторов

На рисунке 5 представлены зависимости объемного выхода пилопродукции от диаметра кольцевого поражения пиловочника. С увеличением диаметра кольцевого поражения пиловочника наоборот повышается выход низкокачественной пилопродукции, а снижается выход пилопродукции из боковых частей секторов. Объемный выход обрезных пиломатериалов и пилопродукции из сердцевинных частей секторов также остаются практически неизменными, как и общий выход пилопродукции.

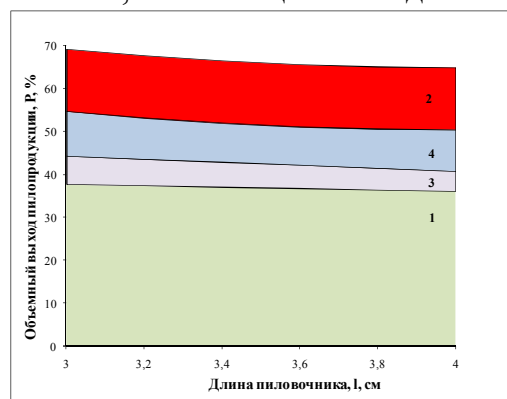


Рисунок 6 – Зависимость объемного выхода пилопродукции от длины пиловочника ( $d = 44$  см,  $d_{нк} = 17$  см): 1 – обрезные пиломатериалы, 2 – низкокачественные пиломатериалы,

3, 4 – соответственно пилопродукция из сердцевинных и боковых частей секторов

Что касается графика на рисунке 6, то с увеличением длины пиловочника уменьшается общий выход пилопродукции (примерно на 2-4%) при незначительном уменьшении всех видов пилопродукции. Причем выход низкокачественных пиломатериалов остается неизменным, а большее влияние на уменьшение общего выхода пилопродукции оказывает уменьшение выхода пилопродукции из сердцевинных частей секторов.

Для наглядности совместного влияния двух наиболее значимых факторов на выход пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением с помощью программы Statistica 6.0 построены поверхности (рисунок 7).

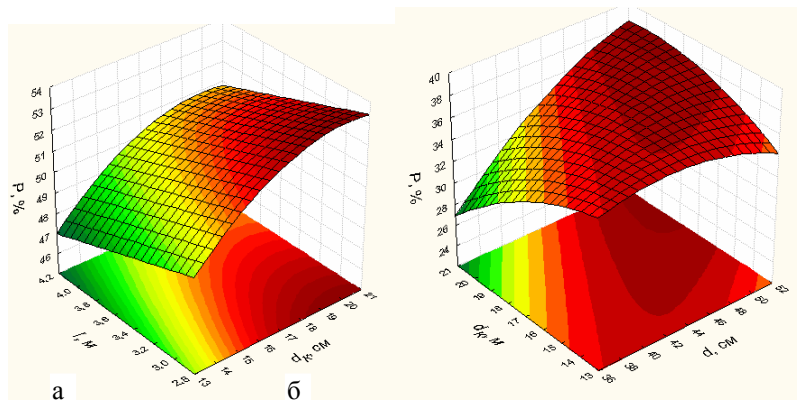


Рисунок 7 – Зависимости выхода пилопродукции от факторов:  
а – общий выход качественных пиломатериалов, б – выход обрезных пиломатериалов

Используя разработанную математическую модель раскроя круглых лесоматериалов с кольцевыми поражениями, получены регрессионные зависимости выхода пилопродукции от факторов при раскрое на 6 и 8 секторов.

С увеличением числа секторов изменяется и выход пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением (рисунок 8), а именно увеличивается общий выход пилопродукции, но уменьшается доля обрезных пиломатериалов и низкокачественной пилопродукции. При кольцевом поражении пиловочника, составляющем 14 см общий выход пилопродукции не зависит от количества секторов, а при 20 см – больший выход наблюдается при раскрое на 6 секторов.

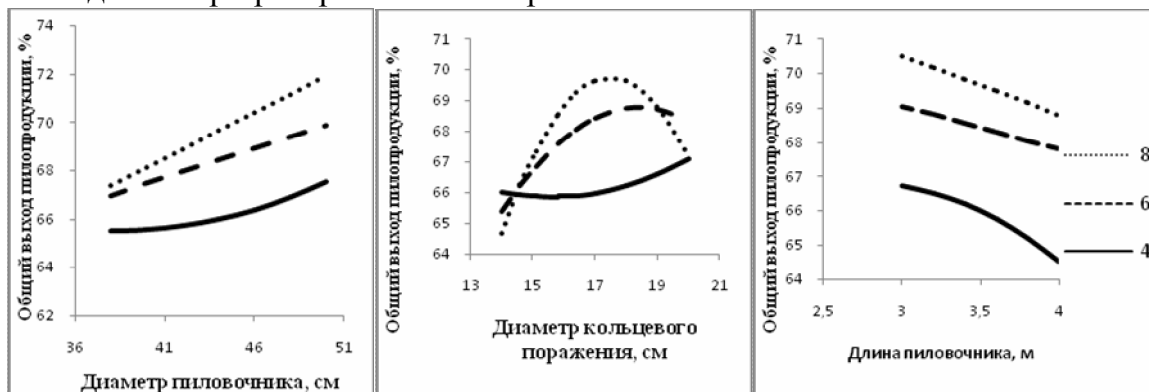


Рисунок 8 – Зависимости общего объемного выхода пилопродукции от факторов (при различном числе секторов: 4, 6 и 8)

Кроме исследуемой схемы раскроя с помощью математической модели был исследован выход пилопродукции при раскрое периферийных частей секторов на разные толщины пиломатериалов. Если за критерий эффективности раскроя принять общий выход пилопродукции, то при небольших диаметрах кольца эффективнее будет раскрой на 4 сектора и пиломатериалы толщиной 19 или 22 мм. Для пиломатериалов толщиной 25 мм лучше производить раскрой на 6 секторов, а для толстых пиломатериалов (40 и 50 мм) – на 8 секторов.

**В пятой главе** сделано технико-экономическое обоснование производства пилопродукции из дубовой древесины с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур. Предлагаемый новый способ раскроя такой древесины позволяет повысить рентабельность производства до 10,9%.

Для определения достоверности математической модели определения выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением проведены опытные распилов-

ки, в результате которых отклонение величины выхода пилопродукции составило 3,8%.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Предложен новый способ раскря круглых лесоматериалов с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур на пилопродукцию, который позволяет вовлекать в переработку дополнительные ресурсы древесины дуба.

2. Дано математическое описание определения выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением на основе закона относительного роста древостоя.

3. Полученные в результате экспериментальных исследований аллометрические зависимости, описывающие образующую пиловочника дуба и кольцевого поражения, дают математические основы для решения задачи оптимального его раскря и могут быть использованы для дальнейших исследований других способов раскря.

4. Полученные в результате экспериментальных исследований регрессионные зависимости выхода пилопродукции из пиловочника с кольцевым поражением в зависимости от его диаметра, длины и диаметра кольцевого поражения показывают, что наибольшее влияние на выход пилопродукции оказывают его вершинный диаметр и длина, а наименьшее – диаметр кольцевого поражения. Они могут быть использованы при прогнозировании выхода пилопродукции.

5. В результате реализации нового способа раскря выход пилопродукции увеличивается по сравнению с развальным способом на 5-10% в зависимости от размерно-качественных характеристик сырья и пилопродукции.

6. Предлагаемая технология производства пилопродукции из круглых лесоматериалов с кольцевыми поражениями из-за воздействия низких температур позволит повысить рентабельность производства пилопродукции до 10.9%

7. Результаты опытных распилов, проведенных в производственных условиях, подтверждают соответствие имитационной модели раскря пиловочника с кольцевым поражением по новому способу реальным производственным условиям. Расхождение расчетных и опытных данных составило 3,8%.

Основное содержание диссертации опубликовано:

В изданиях по перечню ВАК:

1. Краснова, В.Ф. Санитарное состояние искусственных насаждений дуба черешчатого в Среднем Поволжье/ В.Г. Краснов, Краснова В.Ф., И.А. Алексеев, А.С. Яковлев// Изв. Вузов. Лесн. Журн. – 2007. – № 6. – С. 42-48.

2. Торопов, А.С. Исследование выхода шпал при раскря круглых лесоматериалов, загрязненных радионуклидами/ А.С. Торопов, В.М. Меркелов, В.Ф. Краснова, Ю.А. Степанова// Деревообрабатывающая промышленность.- 2010.- № 2.-С. 19-21.

3. Торопов, А.С. Совершенствование раскря дуба черешчатого, поражённого внутренней заболонью воздействием низких температур / А.С. Торопов, В.Ф. Краснова // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2011. – № 1. – С. 95-100.

В прочих изданиях:

4. Алексеев, И.А. Рациональное использование фаутной древесины дуба / И. А. Алексеев, В. Ф. Краснова, В. Г. Краснов // Современные проблемы почвоведения и экологии: сб. ст. всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. д-ра с.-х. наук, проф. Виктора Николаевича Смирнова. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2006. - Ч. 1. - С. 127 – 129.

5. Краснова, В.Ф. Влияние видовых особенностей стволовых грибов дуба на качество древесины/ В.Г. Краснов, В.Ф. Краснова // Сборник научных чтений, посвященных 70-летию заслуженного лесоведа России, доктора с.-х. наук профессора Аглиуллина Ф.В.-Чебоксары, 2005.-С. 278-280.

6. Краснова, В.Ф. Закономерность распространения основных пороков в древесине дуба в Среднем Поволжье/ В.Ф. Краснова, В.Г. Краснов// Наука в условиях современности: Сб. статей студентов, аспирантов, докторантов и профессорско-препод. состава по итогам научно-технической конференции МарГТУ в 2006 г.-Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006.- С. 110-113.

7. Краснова, В.Ф. Производительность и санитарное состояние искусственных насаждений дуба черешчатого в северо-восточной части Приволжской возвышенности/ В.Г. Краснов, В.Ф. Краснова // Материалы совещания-семинара «Повышение устойчивости и продуктивности дубрав, опыт и перспективы выращивания насаждений лиственницы в европейской части России».-Казань: Казанский гос. унив. 2005.-С.198-203.

8. Краснова, В.Ф. Состояние искусственных дубрав на территории северо-восточной части Приволжской возвышенности/ И.А. Алексеев, В.Г. Краснов, В.Ф. Краснова // Проблемы деградации дубрав и современные системы ведения лесного хозяйства в них: материалы научно-практического семинара, 28-30 марта 2007г., ВГЛТА/под об. ред. проф. М.П. Чернышова. - Воронеж, 2007.- С. 137-141.

9. Краснова, В.Ф. Фауна чистых и смешанных древостоев дуба / В. Г. Краснов, И.А. Алексеев, В.Ф. Краснова // Рациональное лесопользование и защита лесов в Среднем Поволжье: материалы науч.- практ. конф., посвящ. 75-летию со дня рожд. д-ра с.- х. наук проф., Ивана Алексеевича Алексеева. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2003. - С. 80-84 .

10. Способ раскря круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения древесины: пат. 2392111 Рос. Федерации: МПК В 27 В 1/00/ Торопов А.С., Торопов С.А., Шарапов Е.С., Краснова В.Ф., Христофоров А.В., Капитонов С.М.; заявитель и патентообладатель Марийск. гос. техн. ун-т.- №2008124073/03; заявл. 11.06.2008; опубл. 20.06.2010 Бюл. № 17.

11. Способ раскря круглых лесоматериалов, пораженных радионуклидами: пат. 2247022 Рос. Федерации: МПК В 27 В 1/00/ Торопов А.С., Меркелов В.М., Жидова Е.В., Краснова В.Ф.; заявитель и патентообладатель Марийск. гос. техн. ун-т.- № 2003112404/03; заявл. 25.04.2003; опубл. 27.02.2005 Бюл. № 6.

12. Торопов, А.С. Разработка технологии раскря древесины дуба/А.С. Торопов, Е.С. Шарапов, В.Ф. Краснова, С.А. Торопов// Актуальные проблемы лесного комплекса / Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции «Лесной комплекс: состояние и перспективы». Часть 2. – Брянск: БГИТА, 2008.-171 с.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим направить по адресу: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17, С(А)ФУ, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.008.01 Земцовскому А.Е.