

ТЕХНОЛОГИИ

Научная статья

УДК 674.061

<https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.74>

EDN: BMIGSD

Совершенствование технологии поперечного раскря пиловочной части ствола дерева с ядровой гнилью

В. Е. Бызов^{1✉}, В. И. Мелехов², А. С. Торопов³

¹Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А. Л. Штиглица (г. Санкт-Петербург)

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

³Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

mapana@inbox.ru✉

Аннотация

Введение. Важнейшей задачей переработки круглых лесоматериалов является эффективное использование заготавливаемой древесины. Одно из направлений повышения эффективности использования древесины – получение пиловочного сырья, из которого можно выработать пилопродукцию с высокой потребительской стоимостью. В настоящее время ведется разработка методов распознавания качественных зон круглых лесоматериалов для целевого использования сырья. Заготовка древесины с учетом качественных зон позволит получить значительный экономический эффект за счет более полного использования древесины.

Однако часто стволы деревьев поражаются напенной гнилью. При переработке заготовленной древесины комлевая часть стволов деревьев, пораженная деструктивной напенной гнилью, полностью удаляется. В то же время это наиболее ценная часть ствола дерева, в которой находится прямослойная, обладающая высокими прочностными характеристиками древесина. Повышение ресурса древесины может обеспечиваться вовлечением круглых лесоматериалов с присутствием деструктивной напенной гнили в процесс выработки высококачественной пилопродукции.

Цель исследования – совершенствование технологии поперечного раскря пиловочной части ствола дерева с ядровой гнилью для повышения объемного выхода пиловочных сортиментов.

Материалы и методы. Применена математическая модель описания образующей пиловочной части древесного ствола. Получены аллометрические зависимости изменения образующей по длине пиловочной части и размеров гнили в стволе. Выполнены оптимизационный раскря и прогнозирование выхода пиловочных сортиментов методом исчерпывающих решений.

Результаты исследования. Разработана рациональная технология раскря пиловочной части ствола дерева с выработкой из комлевой части пиловочных сортиментов с частичным наличием деструктивной гнили. Установлено, что в результате применения традиционного метода поперечного раскря пиловочной части ствола дерева выход пиловочных сортиментов составляет 23-53 %. Применение рационального метода поперечного раскря пиловочной части ствола дерева с частичной выработкой сортиментов с деструктивной гнилью позволяет достичь 78-80 %.

Выводы. Выработка из пиловочной части ствола дерева сортиментов с присутствием деструктивной гнили повышает объемный выход пиловочника для производства высококачественной пилопродукции.

Ключевые слова: круглые лесоматериалы; пиловочная часть ствола дерева; аллометрические зависимости образующей по длине ствола; поперечный раскрой; пиловочные сортаменты; объемный выход пилопродукции; ядровая деструктивная гниль.

Финансирование. авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Для цитирования: Бызов В. Е., Мелехов В. И., Торопов А. С. Совершенствование технологии поперечного раскроя пиловочной части ствола дерева с ядровой гнилью // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2025. № 1 (33). С. 74–86. <https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.74>; EDN: BMIGSD

Введение

Древесина хвойных пород является наиболее востребованным видом материала, которая используется при выработке пилопродукции, применяемой во многих отраслях промышленности. Древесина относится к биологическим материалам. Ей присущи биологические признаки, которые в ряде случаев являются деструктивными пороками, снижающими ее качество. Древесные стволы в этом случае являются полуфабрикатами, из которых получают древесину различного назначения. От качества стволов зависит качество изготавливаемых из них сортаментов [1]. Наиболее объективной оценкой качества древостоев является объемный выход лесопроductии [2]. Однако для практики проведения лесозаготовок главным критерием должен являться объем пилопродукции конкретного назначения, получаемой из древесных стволов.

Для определения качества древостоев применяют методы количественной оценки качества продукции – квалиметрии. Применяют разработанный О. И. Полубояриновым комплексный показатель, рассчитываемый на основании относительных показателей качества древостоев и параметров их весомости [2]. Метод оценки качества древостоев комплексным показателем позволяет оценить качество древесины с учетом представленных номенклатурных характеристик и их весомости. Результаты исследований указывают на то, что наиболее весомым показателем качества пиловочника и балансов является отсутствие/наличие гнили

[3]. Отклонение от стандартизированных норм исключает использование древесного сырья в качестве пиловочника или балансов.

Ствол дерева можно условно разделить на пиловочную и балансовую части (рис. 1). Границей пиловочной и балансовой частей принимается сечение ствола дерева диаметром 13 см. В пиловочной части часто присутствует ядровая гниль.

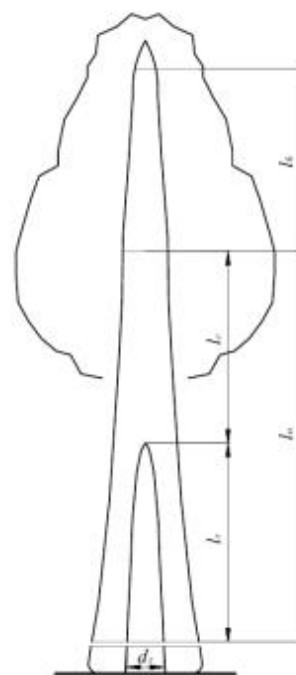


Рисунок 1. Схема ствола дерева: l_r – длина гнили, м; l_c – длина ствола без гнили, м; l_n – длина пиловочной части ствола, м; l_b – длина балансовой части ствола, м; d_r – диаметр гнили в комле ствола, м

Fig. 1. Tree trunk diagram: l_r – length of the rot, m; l_c – length of the trunk without rot, m; l_n – length of the sawing part of the trunk, m; l_b – length of the balance part of the trunk, m; d_r – diameter of the rot in the trunk, m

Балансовая часть ствола дерева перерабатывается на технологическую щепу для целлюлозно-бумажной промышленности. Из пиловочной части ствола дерева получают пиловочник, который затем раскраивается на пилопродукцию. В целях оптимального получения пиловочника необходимого качества прежде всего необходимо определить размеры и расположение гнили в пиловочной части ствола дерева. Кроме того, важными показателями свойств древесины, влияющими на процессы дальнейшего раскря ствола дерева, являются плотность и другие показатели прочностных характеристик древесины.

Одним из перспективных методов исследования свойств, строения и внутреннего состояния древесины является квазинеразрушающий метод, основанный на измерении сопротивления сверлению древесины тонкими буровыми сверлами [4]. Определение диаметров гнили в растущем дереве проводится путем последовательного сверления по высоте ствола. Применение этого метода для оценки распространения гнили в растущем дереве позволяет спрогнозировать способы раскря ствола с максимальным выходом из него пилопродукции.

Создание ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих максимальный выход конечной продукции из пиловочной части дерева, является главным фактором стратегического планирования развития лесозаготовок на современном этапе. Новые информационные технологии должны базироваться на индивидуальном подходе к предмету труда, что, в свою очередь, требует математического описания параметров пиловочной части дерева, пораженной ядровой напенной гнилью [5, 6].

Целью исследования является совершенствование технологии поперечного раскря пиловочной части ствола дерева с целью повышения объемного выхода пиловочных сортиментов.

Основные идеи исследования

Для определения параметров пиловочной части дерева использовали математическую модель, в основе которой заложен закон естественного роста ствола дерева [6–8]. Оптимальный раскрой и прогнозирование выхода пилопродукции из пиловочной части дерева осуществили, применив метод исчерпывающих решений [9]. При поиске оптимального решения учитывали ограничения по длине пиловочной части ствола дерева, длине распространения напенной гнили и т.д. Для ограничения числа решений применили метод ветвей и границ «дерева цели».

Согласно исследованиям [8], пиловочная зона ствола дерева может быть представлена в виде

$$d_{п.ч} = d_0 + al_{п.ч}^b,$$

где $d_{п.ч}$, $l_{п.ч}$ – переменные параметры, соответственно диаметр и длина пиловочной части ствола дерева, м; d_0 – диаметр ствола дерева на границе, условно разделяющей пиловочную и балансовую зоны ствола дерева, м; a – константа начального состояния, согласно закону естественного роста дерева; b – константа равновесия, передающая темп изменения диаметра относительно длины естественного роста дерева.

Как уже отмечалось ранее, пиловочная часть дерева часто поражается напенной гнилью, что ведет к резкому снижению полезного выхода получаемой пилопродукции. Распространение гнили в пиловочной части ствола дерева подчиняется закону естественного роста и может быть представлена в виде

$$d_{г} = d_{г0} + al_{г}^b,$$

где $d_{г}$, $l_{г}$ – переменные параметры, соответственно диаметр и длина распространения гнили, м; $d_{г0}$ – диаметр гнили на торцевой комлевой поверхности пиловочной части ствола дерева, м; a и b – соответственно константы начального состояния и равновесия.

Объемы пиловочной части ствола дерева $V_{п.ч}$ и объем гнили $V_{г}$ в пиловочной части определили по формулам

$$V_{п.ч} = \frac{\pi}{4} \int_0^{l_{п.ч}} (d_0 + al_{п.ч}^b)^2 dl_{п.ч};$$

$$V_{г} = \frac{\pi}{4} \int_0^{l_{г}} (d_{г0} + al_{г}^b)^2 dl_{г}.$$

Материалы и методы исследования

Решать задачу нахождения максимального полезного выхода пилопродукции из пиловочной части ствола дерева начали с математического описания образующей пиловочной части древесного ствола. Математическую модель образующей получили с применением программы METHODS, разработанной в Поволжском государственном технологическом университете (г. Йошкар-Ола).

Выполнили обработку замеров диаметров пиловочной части ствола и диаметров напенной гнили на трех хлыстах (образцах). Геометрические размеры образцов пиловочных частей ствола дерева следующие: диаметры на границе пиловочной и балансовой частей 140, 144 и 137 мм, длина образцов 19, 23 и 15 м. Замерили диаметры пиловочной части ствола дерева без учета коры и диаметры напенной гнили. Замеры диаметров пиловочной части провели на границе с балансовой частью ствола дерева и далее через каждые два метра по длине пиловочной части. Замеры напенной гнили провели на уровне торцевой комлевой поверхности пиловочной части ствола дерева и далее вверх по стволу через каждый метр. Точность измерений составляла 0,001 м.

В результате обработки получили аллометрические зависимости изменения диаметра образующей по длине пиловочной части ствола в частном виде, в первом $d_{п.ч.1}$, втором $d_{п.ч.2}$ и третьем $d_{п.ч.3}$ образцах соответственно:

$$d_{п.ч.1} = 0,140 + 0,002906l_{п.ч.1}^{1,361374};$$

$$d_{п.ч.2} = 0,144 + 0,003274l_{п.ч.2}^{1,455397};$$

$$d_{п.ч.3} = 0,137 + 0,002733l_{п.ч.3}^{1,53596},$$

где $l_{п.ч.1}$, $l_{п.ч.2}$, $l_{п.ч.3}$ — длина пиловочной части первого, второго и третьего образцов соответственно.

Также получили аллометрические зависимости размеров гнили в частном виде, соответственно в первом $d_{г.1}$, втором $d_{г.2}$ и третьем $d_{г.3}$ образцах:

$$d_{г.1} = 0,170 + 0,016000l_{г.1}^{1,906921};$$

$$d_{г.2} = 0,240 + 0,074531l_{г.2}^{0,80259};$$

$$d_{г.3} = 0,200 + 0,082182l_{г.1}^{0,66162},$$

где $l_{г.1}$, $l_{г.2}$, $l_{г.3}$ — длина гнили в первом, втором, третьем образцах соответственно.

Проверили адекватность полученных математических моделей аллометрических зависимостей по критерию Фишера [10]. Результаты проверки показали, что аллометрические зависимости адекватно описывают распределение значений диаметров по длине пиловочной части ствола дерева и размеров гнили.

Определили объемы пиловочной части древесного ствола и напенной гнили. Аналитический способ определения объема пиловочной части ствола дерева основан на существовании функциональной связи между площадью поперечного сечения и высотой ствола дерева. Зная форму образующей ствола дерева, выраженную математической формулой, можно определить объем пиловочной части ствола дерева по формуле

$$V_{п.ч.} = \frac{\pi}{4} \int_0^L (d_0 \pm al_{п.ч.}^b)^2 dl_{п.ч.} \quad (1)$$

После интегрирования уравнения (1) получили выражение

$$V_{п.ч.} = \frac{\pi}{4} \left(d_0^2 l_{п.ч.} + 2 \frac{ad_0}{b+1} l_{п.ч.}^{b+1} + \frac{a^2}{2b+1} l_{п.ч.}^{2b+1} \right), \quad (2)$$

где d_0 – диаметр ствола дерева на границе, условно разделяющей пиловочную и балансовую зоны ствола дерева, м; $l_{п.ч.}$ – переменный параметр длины пиловочной части ствола дерева, м; a – константа начального состояния, согласно закону естественного роста дерева; b – константа равновесия, передающая темп изменения диаметра относительно длины естественного роста дерева.

Определили объем гнили в пиловочной части ствола дерева по формуле

$$V_{г.} = \frac{\pi}{4} \int_0^{l_{г.}} (d_0 \pm al_{г.}^b)^2 dl_{г.} \quad (3)$$

Проинтегрировали уравнение (3):

$$V_{г.} = \frac{\pi}{4} \left(d_{г.0}^2 l_{г.} + 2 \frac{ad_{г.0}}{b+1} l_{г.}^{b+1} + \frac{a^2}{2b+1} l_{г.}^{2b+1} \right), \quad (4)$$

где $d_{г.0}$ – диаметр гнили на торцевой комлевой поверхности пиловочной части ствола дерева, м; $l_{г.}$ – переменный параметр длины распространения гнили, м; a и b – константы начального состояния и равновесия соответственно.

Результаты исследования

Расчетные объемы пиловочной части ствола дерева первого, второго и третьего образцов приведены в таблице 1, расчетные объемы гнили в образцах – в таблице 2.

Таблица 1. Объемы пиловочной части ствола дерева

Table 1. Volumes of the sawn part of the tree trunk

Номер образца	Длина пиловочной части, м	Коэффициенты		Диаметры пиловочной части, м		Объем пиловочной части, м ³
		a	b	в вершине	в комле	
1	19	0,002906	1,361374	0,140	0,300	0,678
2	23	0,003274	1,455397	0,144	0,458	1,495
3	15	0,002733	1,453596	0,137	0,277	0,464

Таблица 2. Объемы гнили в пиловочной части ствола дерева

Table 2. The volume of rot in the sawn part of the tree trunk

Номер образца	Длина гнили, м	Коэффициенты		Диаметры гнили, м		Объем гнили, м ³
		a	b	в вершине	в комле	
1	4	-0,016000	1,906921	0,016	0,170	0,026
2	10	-0,074531	0,802590	0,065	0,240	0,440
3	4	-0,082182	0,661620	0,052	0,200	0,025

Объем здоровой древесины рассчитали по формуле

$$V_{з.д.} = V_{п.ч.} - V_{г.},$$

где $V_{п.ч.}$ – объем пиловочной части ствола дерева, м³; $V_{г.}$ – объем гнили, м³.

Объемы здоровой древесины в образцах 1, 2 и 3 составляют соответственно 0,652, 1,055 и 0,439 м³, или 96,2; 70,6 и 94,6 % от объема пиловочной части.

При поперечном раскрое пиловочной части ствола дерева необходимо стремиться к получению пиловочных сортиментов необходимой длины с наиболее высокими

диаметрами для производства пиломатериалов. При поперечном раскрое также следует получать бревна длиной равной высоте качественных зон, что способствует увеличению качественного и ценностного выхода пилопродукции при их распиловке. В данном случае критерием оптимального поперечного раскроя является максимальный цилиндрический объем пиловочных сортиментов, полученных из пиловочной части ствола дерева.

Цилиндрический объем сортиментов из пиловочной зоны ствола дерева определяли по формуле

$$V_c = \frac{\sum V_{ci}}{V_{п.ч.}} \cdot 100 \%,$$

где V_{ci} – цилиндрический объем i -го сортимента, м^3 ; $V_{п.ч.}$ – объем пиловочной части ствола дерева, м^3 .

$$V_{ci} = \frac{\pi d_i^2}{4} \cdot l_i,$$

где d_i – диаметр в вершине i -го сортимента, м; l_i – длина i -го сортимента, м.

При традиционной технологии поперечного раскря последовательно, начиная с комля, отпиливают короткие отрезки длиной 1–2 м, добиваясь того, чтобы гниль в первом сортименте не превышала допустимых размеров для 2-го сорта по ГОСТ 9463-2016 «Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические усло-

вия». Рассмотрели традиционный способ поперечного раскря пиловочной части ствола дерева для первого, второго и третьего образцов. Варианты раскря пиловочной части образцов приведены на рисунках 2, 3, и 4. Результаты расчетов цилиндрического объема отрезков для удаления гнили и пиловочных сортиментов из пиловочной части ствола дерева первого, второго и третьего образцов приведены в таблицах 3, 4 и 5.

Раскря проводили с учетом выработки пиловочных сортиментов номинальной длиной 4,0, 5,5 и 6,0 м. Эти длины сортиментов наиболее целесообразны для удобства их перевозки автомобильным и железнодорожным транспортом. Из комлевой части стволов деревьев вырабатывали сортименты наибольшей длины.

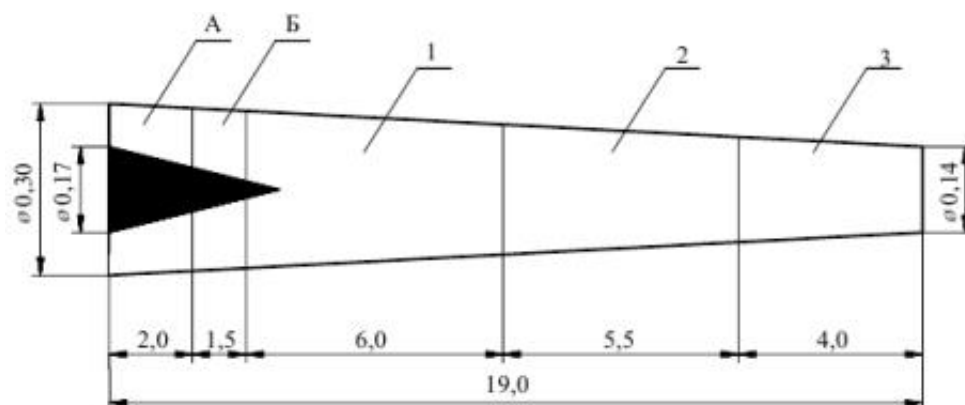


Рисунок 2. Схема традиционного способа поперечного раскря пиловочной части ствола дерева первого образца: А, Б – отрезки для удаления гнили; 1, 2, 3 – пиловочные сортименты

Fig 2. The scheme of the traditional method of cross-cutting the sawn part of the tree trunk of the first sample: A, B – cuts for removing rot; 1, 2, 3 – sawn sorts

Таблица 3. Цилиндрические объемы отрезков для удаления гнили и пиловочных сортиментов из пиловочной части ствола дерева первого образца

Table 3. Cylindrical volumes of sections for removing rot and sawn grades from the sawn part of the tree trunk of the first sample

Обозначение	Длина, м	Диаметр, м		Цилиндрический объем, м^3	Объем пиловочных сортиментов, м^3	Объем отрезков, м^3
		в вершине	в комле			
А	2	0,278	0,300	0,121336	0,362882	0,201548
Б	1,5	0,261	0,278	0,080212		
1	6,0	0,202	0,261	0,192187		
2	5,5	0,159	0,202	0,109151		
3	4,0	0,140	0,159	0,061544		

Цилиндрический объем пиловочных сортиментов составляет 53,52 %, объем отрезов – 29,73 % от общего объема пиловочной части ствола дерева первого образца.

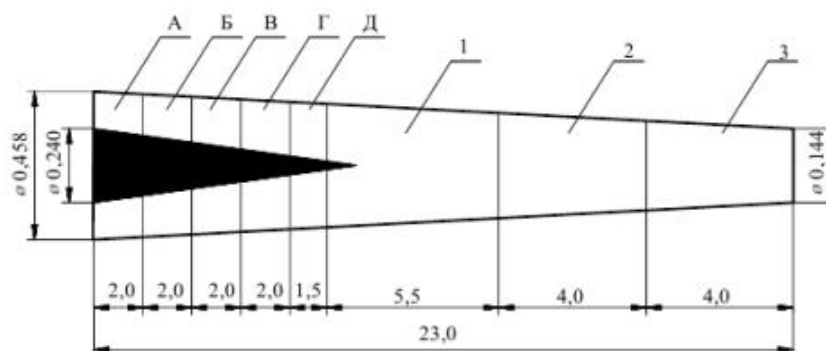


Рисунок 3. Схема традиционного способа поперечного раскря пиловочной части ствола дерева второго образца: А, Б, В, Г, Д – отрезки для удаления гнили; 1, 2, 3 – пиловочные сортименты
Fig. 3. The scheme of the traditional method of cross-cutting the sawn part of the tree trunk of the second sample: A, B, C, D, E – cuts for removing rot; 1, 2, 3 – sawn sorting

Таблица 4. Цилиндрические объемы отрезков для удаления гнили и пиловочных сортиментов из пиловочной части ствола дерева второго образца

Fig. 4. Cylindrical volumes of sections for removing rot and sawn grades from the sawn part of the trunk of the second sample tree

Обозначение	Длина, м	Диаметр, м		Цилиндрический объем, м ³	Объем пиловочных сортиментов, м ³	Объем отрезков, м ³
		в вершине	в комле			
А	2,0	0,419	0,458	0,275631	0,348839	0,944843
Б	2,0	0,382	0,419	0,229101		
В	2,0	0,346	0,382	0,187954		
Г	2,0	0,313	0,346	0,153811		
Д	1,5	0,289	0,313	0,098346		
1	5,5	0,212	0,289	0,194046		
2	4,0	0,169	0,212	0,089682		
3	4,0	0,144	0,169	0,065111		

Цилиндрический объем пиловочных сортиментов составляет 23,33 % от общего объема пиловочной части ствола дерева второго образца, объем отрезков – 63,20 %.

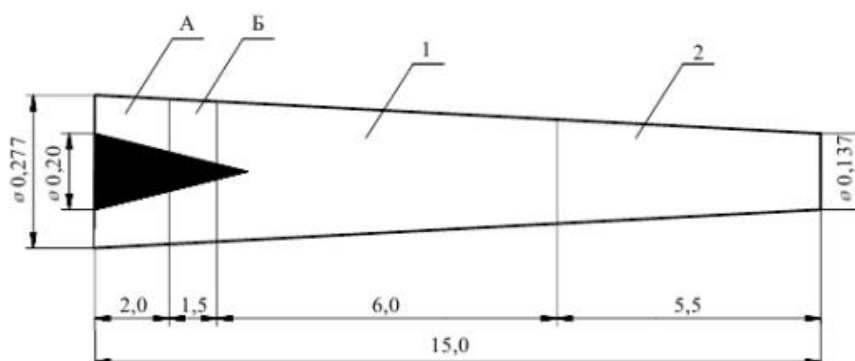


Рисунок 4. Схема традиционного способа поперечного раскря пиловочной части ствола дерева третьего образца: А, Б – отрезки для удаления гнили; 1, 2 – пиловочные сортименты

Fig. 4. The scheme of the traditional method of cross-cutting the sawn part of the tree trunk of the third sample: A, B – cuts for removing rot; 1, 2 – sawn sorts

Таблица 5. Цилиндрические объемы отрезков для удаления гнили и пиловочных сортиментов из пиловочной части ствола дерева третьего образца

Fig. 5. Cylindrical volumes of sections for removing rot and sawn grades from the sawn part of the tree trunk of the third sample

Обозначение	Длина, м	Диаметр, м		Цилиндрический объем, м ³	Объем пиловочных сортиментов, м ³	Объем отрезков, м ³
		в вершине	в комле			
А	2,0	0,251	0,277	0,098912	0,217154	0,162230
Б	1,5	0,232	0,251	0,063378		
1	6,0	0,170	0,232	0,136119		
2	5,5	0,137	0,170	0,081035		

Цилиндрический объем пиловочных сортиментов составляет 46,80 % от общего объема пиловочной части ствола дерева третьего образца, объем отрезков – 34,98 %.

В целях увеличения выхода пилопродукции из пиловочной части ствола дере-

ва, пораженной напенной гнилью, предлагается проведение поперечного раскря с получением сортиментов, в которых присутствует гниль. Вариант рационального способа раскря пиловочной части первого образца приведен на рисунке 5.

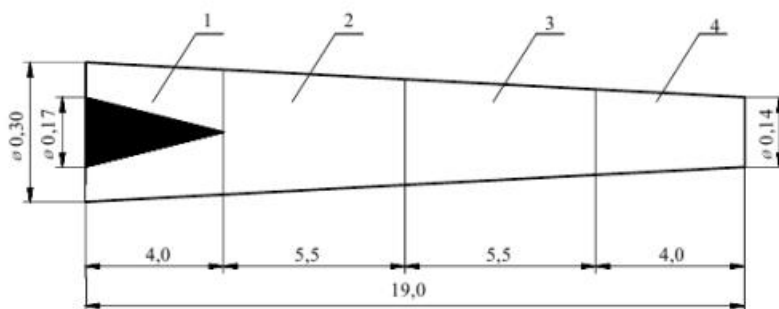


Рисунок 5. Схема рационального способа поперечного раскря пиловочной части ствола дерева первого образца: 1 – пиловочный сортимент с наличием гнили; 2, 3, 4 – пиловочные сортименты без гнили

Fig. 5. The scheme of the rational method of cross-cutting the sawn part of the tree trunk of the first sample: 1 – sawn sorting with the presence of rot; 2, 3, 4 – sawn sorting without rot

Раскря выполнен таким образом, чтобы гниль полностью оказалась в первом от комля пиловочном сортименте. При традиционной схеме поперечного раскря эта часть пиловочной части ствола дерева почти полностью удаляется. Таким образом, происходит увеличе-

ние объема сортиментов для получения пиломатериалов. Гниль, находящаяся в сортименте, в дальнейшем удаляется при выработке пилопродукции. Результаты расчетов цилиндрического объема пиловочных сортиментов приведены в таблице 6.

Таблица 6. Цилиндрические объемы пиловочных сортиментов, выработанных рациональным способом раскря пиловочной части ствола дерева первого образца

Fig. 6. Cylindrical volumes of sawn grades developed by a rational method of cutting the sawn part of the tree trunk of the first sample

Обозначение	Длина, м	Диаметр, м		Цилиндрический объем, м ³	Объем пиловочных сортиментов, м ³
		в вершине	в комле		
1	4,0	0,256	0,300	0,205783	0,547444
2	5,5	0,202	0,256	0,176171	
3	5,5	0,159	0,202	0,109151	
4	4,0	0,140	0,159	0,061544	

Цилиндрический объем пиловочных сортиментов, в том числе с наличием гнили составляет 80,74 % от общего объема пиловочной части ствола дерева первого образца.

Вариант рационального способа раскря пиловочной части второго образца показан на рисунке 6. Результаты расчетов цилиндрического объема пиловочных сортиментов приведены в таблице 7.

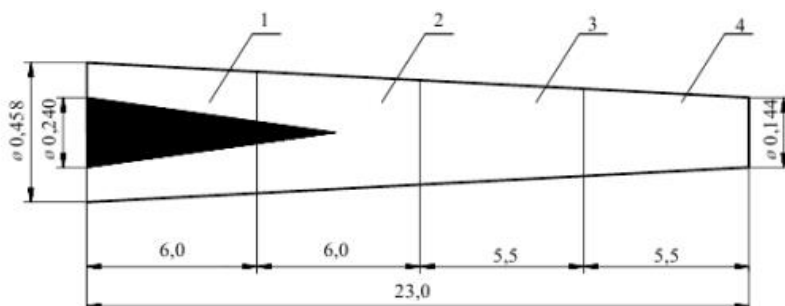


Рисунок 6. Схема рационального способа поперечного раскря пиловочной части ствола дерева второго образца: 1, 2 – пиловочные сортименты с наличием гнили; 3, 4 – пиловочные сортименты без гнили

Fig. 6. The scheme of a rational method of cross-cutting the sawn part of the trunk of a tree of the second sample: 1, 2 – sawn sorts with the presence of rot; 3, 4 – sawn sorts without rot

Таблица 7. Цилиндрические объемы пиловочных сортиментов, выработанных рациональным способом раскря пиловочной части ствола дерева второго образца

Table 7. Cylindrical volumes of sawn grades developed by a rational method of cutting the sawn part of the trunk of the second sample tree

Обозначение	Длина, м	Диаметр, м		Цилиндрический объем, м ³	Объем пиловочных сортиментов, м ³
		в вершине	в комле		
1	6,0	0,346	0,458	0,563862	1,094714
2	6,0	0,251	0,346	0,296735	
3	5,5	0,183	0,251	0,144589	
4	5,5	0,144	0,183	0,089528	

Цилиндрический объем пиловочных сортиментов, в том числе с наличием гнили, составляет 73,23 % от общего объема пиловочной части ствола дерева второго образца.

Вариант рационального способа раскря пиловочной части третьего образца представлен на рисунке 7. Результаты расчетов цилиндрического объема пиловочных сортиментов приведены в таблице 8.

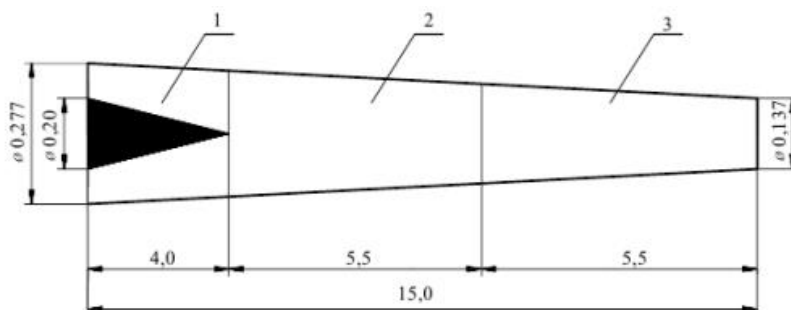


Рисунок 7. Схема рационального способа поперечного раскря пиловочной части ствола дерева третьего образца: 1 – пиловочный сортимент с наличием гнили; 2, 3 – пиловочные сортименты без гнили

Fig. 7. The scheme of the rational method of cross-cutting the sawn part of the tree trunk of the third sample: 1 – sawn sorting with the presence of rot; 2, 3 – sawn sorting without rot

Таблица 8. Цилиндрические объемы пиловочных сортиментов, выработанных рациональным способом раскря пиловочной части ствола дерева третьего образца

Table 8. Cylindrical volumes of sawn grades developed by a rational method of cutting the sawn part of the tree trunk of the third sample

Обозначение	Длина, м	Диаметр, м		Цилиндрический объем, м ³	Объем пиловочных сортиментов, м ³
		в вершине	в комле		
1	4,0	0,226	0,277	0,160379	0,364726
2	5,5	0,169	0,226	0,123312	
3	5,5	0,137	0,169	0,081035	

Цилиндрический объем пиловочных сортиментов, в том числе с наличием гнили, составляет 78,60 % от общего объема пиловочной части ствола дерева третьего образца.

Анализ результатов условного поперечного раскря пиловочных частей стволов показал следующее. В результате раскря пиловочной части ствола дерева первого образца длиной 19 м, диаметрами в вершине 0,140 м и в комле 0,300 м на сортименты и отрезки для удаления гнили цилиндрический объем сортиментов составил 53,52 %; дерева второго образца длиной 23 м, диаметрами в вершине 0,144 м и в комле 0,458 м – 23,33 %; дерева третьего образца длиной 15 м, диаметрами в вершине 0,137 м и в комле 0,277 м – 46,80 %.

Выводы

1. При традиционном способе поперечного раскря пиловочных частей ствола дерева выход сортиментов из первого образца составил 53,52 %, второго образ-

ца – 23,33 % и третьего образца – 46,8 %. В результате условного рационального поперечного раскря пиловочных частей ствола дерева первого, второго и третьего образцов на сортименты, в том числе с наличием гнили, цилиндрический объем сортиментов составил 80,74; 73,23 и 78,60 % соответственно.

2. Совершенствование технологии поперечного раскря пиловочной части ствола дерева с ядровой гнилью состоит в получении наряду с пиловочными сортиментами без гнили сортиментов с наличием ядровой гнили, которая удаляется при дальнейшем продольном раскрье. Объемный выход пиломатериалов увеличивается на 7–10 %.

3. Новая технология поперечного раскря может применяться, когда продольный раскрой и выработка пиломатериалов производится в лесопильных цехах лесозаготовительных предприятий, расположенных недалеко от мест заготовки древесины.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рябokonь А. П. Исследование качества древостоев // Лесной журнал. 2001. № 1. С. 36-46. EDN: ICGLCF.
2. Полубояринов О. И. Оценка качества древесины насаждений на основе комплексного показателя // Лесное хозяйство, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность. 1976. Вып. 4. С. 39-41.
3. Комплексная оценка качества древесины сосны в лесных культурах разных условий местопроизрастания / В. И. Мелехов, Н. А. Бабич, С. А. Корчагов, Р. В. Щекалев // Лесоведение. 2021. № 2. С. 208-216. DOI: 10.31857/S0024114821020054. EDN: NLNMDJ.
4. Чернов В. Ю., Шарапов Е. С., Торопов А. С. Определение плотности древесины методом измерения сопротивления сверлению: монография. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. 200 с.
5. Торопов А. С. Интенсификация производственных процессов поперечной распиловки лесоматериалов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Санкт-Петербург, 1993. 31 с.
6. Торопов А. С., Микрюкова Е. В., Краснова В. Ф. Прогнозирование выхода продукции деревообрабатывающих производств. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2012. 147 с.

7. Микрюкова Е. В., Торопов А. С. Исследование выхода пилопродукции из комбинированного пиловочника с напенной гнилью // Вестник института: преступление, наказание, исправление. 2015. № 1(29). С. 75-78. EDN: TMVBHT.

8. Торопов А. С. Аллометрический метод исследований // Труды МарГТУ: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, докторантов, аспирантов, сотрудников. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1996. Ч. 2. С. 116-117.

9. Торопов А. С., Домрачев А. П. Оптимальный раскрой и прогнозирование выхода продукции деревообрабатывающих производств. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. 110 с.

10. Пижурин А. А. Современные методы исследований технологических процессов в деревообработке. Москва: Лесная промышленность, 1972. 248 с.

Статья поступила в редакцию 01.02.2025; одобрена после рецензирования 10.02.2025;
принята к публикации 26.02.2025

Информация об авторах

БЫЗОВ Виктор Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент кафедры интерьера и оборудования, Санкт-Петербургская художественно-промышленная академия им. А. Л. Штиглица, г. Санкт-Петербург. Область научных интересов – ресурсосберегающие технологии переработки древесины, научно-методологические основы производства конструкционных пиломатериалов с заданными эксплуатационными характеристиками. Автор более 70 научных публикаций. E-mail: mapana@inbox.ru

МЕЛЕХОВ Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры лесопромышленных производств и обработки материалов Высшей инженерной школы, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Основное направление научных интересов – древесиноведение, технология и оборудование процессов гидротермической и механической обработки древесины. По результатам исследований опубликовано более 230 научных работ. E-mail: hseng@narfu.ru

ТОРОПОВ Александр Степанович – доктор технических наук, профессор, руководитель научной школы, Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола. Основные направления профессиональной научной деятельности – ресурсосберегающие и энергосберегающие технологии лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств. Автор более 140 научных работ. E-mail: Toropov_A_S@mail.ru

Вклад авторов:

Бызов В. Е. – обработка и анализ экспериментальных данных, интерпретация полученных результатов, составление статьи;

Мелехов В. И. – научное руководство, разработка методологии, корректировка статьи;

Торопов А. С. – концепция работы, интерпретация результатов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Scientific article

UDC 674.061

<https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.74>

EDN: BMIGSD

Improving the technology of cross-cutting the sawn part of a tree trunk with core rot

V. E. Byzov^{1✉}, V. I. Melekhov², A. S. Toropov³

¹Saint Petersburg Stieglitz State Academy of Art and Design (St. Petersburg)

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov (Arkhangelsk)

³Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola)

mapana@inbox.ru✉

Abstract

Introduction. The primary objective of roundwood processing is the effective application of the harvested timber. One method to enhance the efficiency of timber use is to obtain sawn raw

materials capable of yielding high-value sawn products. Currently, the methods are being developed to identify high-quality zones of round timber for the targeted use of raw materials. Harvesting wood, taking into account high-quality areas will allow for significant economic benefits due to more efficient use of wood. However, tree trunks are often affected by soil rot. When processing harvested wood, the lumpy part of tree trunks affected by soil rot is completely removed. At the same time, it represents the most valuable section of the tree trunk, comprising straight, layered wood with superior strength properties. The enhancement of wood resources can be achieved by the use of roundwood, notwithstanding the presence of deleterious soil rot, in the production of high-quality sawn products.

The aim of research is to improve the technology of cross-cutting the sawn section of tree trunks in order to increase the volumetric yield of sawn grades.

Materials and methods. A mathematical model is utilised to describe the formation of the sawn section of a tree trunk. The allometric relationships between the variation in saw blade length and the dimensions of the trunk rot have been established. Optimisation of cutting and forecasting the output of sawn grades was conducted using the method of exhaustive solutions.

Research outcomes. An efficient technology has been developed for cutting the sawn section of a tree trunk, facilitating the manufacture of sawn segments from the bulk portion, despite the partial existence of destructive rot. It was found that as a result of using the traditional method of cross-cutting the sawn part of the tree trunk, the yield of sawn grades is 23-53 %. The application of a systematic approach to cross-cutting the sawn section of the tree trunk, along with the selective removal of grades exhibiting destructive decay, enables the attainment of 78-80% efficiency.

Conclusions. The production of sorts from the sawn part of the tree trunk with the presence of destructive rot increases the volume yield of the sawmill for the production of high-quality saw products.

Keywords: round timber; sawn part of the tree trunk; allometric dependences of the formative along the length of the trunk; cross-cutting; sawn grades; volumetric yield of saw products; sound destructive rot.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

For citation: Byзов В. Е., Мелехов В. И., Торопов А. С. Improving the technology of cross-cutting the sawn part of a tree trunk with core rot. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Materials. Constructions. Technologies.* 2025;(1):74–86. (In Russian). <https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.74>; EDN: BMIGSD

REFERENCES

1. Ryabokon A. P. Investigating the stands quality. *Russian Forestry Journal.* 2001;(1):36-46. EDN: ICGLCF. (In Russ.).
2. Poluboyarinov O. I. Evaluation of the quality of wood plantations based on a complex indicator. *Forestry, forestry, woodworking and pulp and paper industry.* 1976;(4):39-41. (In Russ.).
3. Melekhov V. I., Babich N. A., Korchagov S. A., Shchekalev R. V. A complex assessment of the pine wood quality in forest cultures under different growing conditions. *Russian Journal of Forest Science.* 2021;(2):208-216. DOI: 10.31857/S0024114821020054. EDN: NLNMDJ. (In Russ.).
4. Chernov V. Yu., Sharapov E. S., Toropov A. S. Determination of wood density by measuring drilling resistance: monograph. Yoshkar-Ola: Volga State University of Technology, 2019. 200 p. (In Russ.).
5. Toropov A. S. Intensification of production processes of cross-cutting of timber: abstract dis. ... doctor of technical sciences. St. Petersburg, 1993. 31 p. (In Russ.).
6. Toropov A. S., Mikryukova E. V., Krasnova V. F. Forecasting the output of woodworking industries: a tutorial. Yoshkar-Ola: Volga State University of Technology, 2012. 147 p. (In Russ.).
7. Mikryukova E. V., Toropov A. S. Research of saw goods make from composite sawlog with stump rot. *Bulletin of the Institute: Crime, Punishment, Correction.* 2015;(1):75-78. EDN: TMVBHT. (In Russ.).
8. Toropov A. S. Allometric research method. *Proceedings of MarSTU: materials of the scientific conference of the faculty, doctoral students, postgraduate students, employees.* Yoshkar-Ola: MarSTU, 1996. Part 2. Pp. 116-117. (In Russ.).

9. Toropov A. S., Domrachev A. P. Optimal cutting and forecasting of output of woodworking industries: a tutorial. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2001. 110 p. (In Russ.).

10. Pizhurin A. A. Modern methods of research of technological processes in woodworking. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1972. 248 p. (In Russ.).

The manuscript was submitted on 01.02.2025; reviewed on 10.02.2025;
adopted for publication on 26.02.2025

Information about the authors

BYZOV Viktor Evgenevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Interior and Equipment, St. Petersburg Stieglitz Academy of Art and Industry, St. Petersburg. Research interests – resource-saving technologies for wood processing, scientific and methodological foundations for the production of structural lumber with specified performance characteristics. Author of more than 70 publications. E-mail: mapana@inbox.ru

MELEKHOV Vladimir Ivanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Forestry and Materials Processing at the Higher School of Engineering, Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk. Research interests – wood science, technology and equipment for hydrothermal and mechanical processing of wood. Author of more than 230 publications. E-mail: hseng@narfu.ru

TOROPOV Aleksandr Stepanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Research School, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Research interests – resource-saving and energy-saving technologies of logging and woodworking industries. Author of more than 140 publications. E-mail: Toropov_A_S@mail.ru

Contribution of the authors:

Byzov V. E. – processing and analysis of experimental data, interpretation of the obtained results, compilation of the article;

Melekhov V. I. – research supervision, methodology development, paper proofreading;

Toropov A. S. – the concept of work, interpretation of results.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

The authors reviewed and approved the final version of the manuscript.