

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 674.053:621.934.023

КАРПОВИЧ
Сергей Семенович

**КРУГЛЫЕ ПИЛЫ С БЛОЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ
РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ
ПОВЫШЕНИЕ ВЫХОДА ПРОДУКЦИИ ДЕРЕВООБРАБОТКИ
И СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.21.05 – древесиноведение, технология и оборудование
деревообработки

Минск 2009

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель **Клубков Анатолий Петрович**,
кандидат технических наук, доцент,
учреждение образования «Белорусский
государственный технологический универ-
ситет», кафедра деревообрабатывающих
станков и инструментов

Официальные оппоненты: **Алифанов Александр Викторович**,
доктор технических наук, профессор,
учреждение образования «Барановичский
государственный университет», кафедра
технологии и оборудования машиностроения;

Завойских Григорий Илларионович,
кандидат технических наук, доцент,
учреждение образования «Белорусский
государственный технологический универ-
ситет», кафедра лесных машин и технологии
лесозаготовок

Оппонирующая организация Государственное научное учреждение
«Физико-технический институт НАН
Беларуси»

Защита состоится «6» июля 2009 г. в 16.00 на заседании совета по защите
диссертаций Д 02.08.06 в учреждении образования «Белорусский
государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск,
ул. Свердлова, 13а, ауд. 240, корп. 4. Тел.: (017)-227-83-41,
факс: (017)-227-62-17, e-mail: root@bstu.unibel.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения
образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «5» июня 2009 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций



С.П. Мохов

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в республике потребляется 5,2 млн. м³ деловой
древесины, более половины которой направляется на производство
пиломатериалов. Согласно «Республиканской программе рационального и
комплексного использования древесных ресурсов на 2002-2010 годы» эти
объемы будут возрастать и к концу 2010 года составят 8 млн. м³. Пиление
древесины круглыми пилами занимает в Беларуси лидирующее положение
среди других видов деревообработки. Этому способствует относительная
простота их изготовления и обслуживания, высокая производительность и
другие факторы. Однако применяемые конструкции круглых пил
характеризуются сравнительно высоким энергопотреблением, отходы
древесины при пилении велики и только при раскросе доходят до 14%. Качество
раскроя в значительной степени зависит от возможностей и состояния
инструмента. Взаимосвязь этих характеристик требует комплексного подхода к
решению задач по повышению эффективности работы круглых пил и поэтому
исследования в этой области являются актуальными и важными.

Именно этой проблеме посвящена настоящая диссертационная работа, в
результате которой за счет изменения конструкций круглых пил достигается
снижение ресурсо- и энергозатрат и повышение качества поверхности в зоне
пропила. Разработке новых конструкций круглых пил предшествовали
теоретические и экспериментальные исследования направленные на изучение
положения зубчатого венца в пропиле, определение влияния центробежных сил
на стабилизацию полотна в пропиле, установление влияния силовых
параметров при внедрении в древесину подрезающих элементов и расчету
оптимальных параметров заточки режущего инструмента в зависимости от
характера износа зубьев. Анализ и обобщение полученных закономерностей
являлись основой для создания новых круглых ресурсо- и энергосберегающих
пил, которые получили высокую оценку при их производственных испытаниях.
Новизну конструкций подтверждают один патент и пять заявок по тематике
круглых пил, из которых по четырем получены решения на выдачу патента.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами, темами. Научные
исследования по теме диссертации проводились в рамках Государственной
бюджетной темы ГБ 8 – 06 «Совершенствование процессов механической
обработки древесины и древесных материалов».

Цель и задачи исследования. Целью исследований в составе
диссертационной работы является повышение эффективности обработки

древесины круглыми пилами за счет комбинирования блочного расположения режущих элементов и уменьшения толщины полотна, придания ему переменного сечения, минимизации развода зубьев.

Выполнение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

1. Провести анализ научно-производственного опыта в области повышения работоспособности дереворежущих круглых пил и совершенствования их конструкций. Выявить факторы, влияющие на снижение ресурсо- и энергозатрат, повышение качества обработки древесины, их взаимосвязь.
2. Научно обосновать и разработать новые конструкции круглых пил с блочным расположением режущих элементов, позволяющие уменьшить толщину пил с получением их переменного сечения по радиусу и зубчатый венцом повышенной жесткости, при минимизации развода зубьев.
3. Разработать технологию изготовления круглых дереворежущих пил уменьшенной толщины и переменного сечения по радиусу, учитывающую специфику расположения режущих элементов в разработанных пилах.
4. Провести теоретические и экспериментальные исследования по оценке показателей ресурсо- и энергопотребления при обработке древесины разработанными круглыми пилами с учетом влияния центробежных сил на стабилизацию полотна пилы в процессе резания при изменении конфигурации межзубных впадин.
5. Разработать способы восстановления работоспособности новых дереворежущих пил с учетом особенностей их конструкций.
6. Провести опытно-промышленную апробацию эффективности применения разработанных круглых дереворежущих пил.

Объектом исследования являются круглые дереворежущие пилы различных конфигураций.

Предметом исследования - процесс пиления древесины разработанными круглыми пилами с блочным расположением режущих элементов, количественные и качественные показатели их работы, изготовление круглых пил с блочным расположением режущих элементов уменьшенной толщины и переменного сечения.

Положения, выносимые на защиту.

1. Повышение эффективности обработки древесины круглыми пилами за счет комбинирования блочного расположения режущих элементов дереворежущих пил при функциональном разделении режущих зубьев на подрезающие и скалывающие, с уменьшением толщины полотна и приданием ему переменного сечения, минимального уширения зубчатого венца на 0,2 мм., что обеспечивает уменьшение объема отходов древесины в стружку и опилки до 45% и снижение энергоемкости процесса резания $\approx 30\%$ по сравнению с

серийным инструментом и дает возможность обработки древесины с шероховатостью $R_{\text{п max}} \approx 40$ мкм.

2. Методика разработки и способ изготовления круглых пил с кольцевыми канавками ниже зубчатого венца, радиальными пазами между ними и впадинами зубьев, что обеспечивает удаление отходов из зоны резания без их существенного уплотнения и уменьшает энергоемкость процесса резания древесины.

3. Технология формирования полотна круглой пилы при помощи лезвийного инструмента из сверхтвердых материалов позволяющая уменьшить толщину полотна пилы, придать ему переменное сечение точного профиля со снижением теплонапряженности в зоне проточки.

4. Стабилизация полотна пилы в пропиле за счет придания межзубным впадинам конического сечения и образования в них дополнительных точек опоры из уплотненных отходов между полотном пилы и плоскостью пропила в зоне резания.

5. Разработанная технология изготовления круглых пил с зубчатым венцом повышенной жесткости за счет создания непрерывной режущей кромки, и способ оснащения полотна пил легкоъемными режущими элементами, обеспечивающий возможность применения легкоплавких припоев для фиксации режущих элементов на корпусе пилы.

6. Разработанные приемы восстановления режущих элементов круглых пил при минимизации снимаемого инструментального материала.

Личный вклад соискателя. Опубликованные по теме диссертации работы выполнены автором лично и в соавторстве. Автор участвовал в постановке задач и решении научных проблем, выполнил поиск и анализ литературных сведений по теме диссертации, участвовал в разработке и создании опытных типов пил, проводил теоретическое обоснование и экспериментальные исследования ресурсо- и энергосберегающих дереворежущих круглых пил, лабораторные и производственные испытания опытного инструмента, анализ полученных результатов.

Апробация результатов диссертации.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях: «Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь» (Минск, 2004г.), «Организационно-техническое управление в межотраслевых комплексах» (Минск, 2004г.), «Техника и технология пищевых производств» (Минск, 2005г.), «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии» (Минск, 2005г.), «Автоматический контроль и автоматизация производственных процессов» (Минск, 2006г.). Результаты разработок по теме диссертационной работы представлялись на XIII Международной выставке-

конгрессе «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» (Санкт-Петербург, 2008г.). Составленная математическая модель процесса заточки и методика нахождения оптимальных параметров заточки дереворежущего инструмента внедрена в учебный процесс на кафедре материаловедения и технологии металлов БГТУ по курсу «Технология машиностроения».

Опубликованность результатов диссертации.

Результаты исследований изложены в 7 статьях в рецензируемых журналах, в том числе 2 статьи в журнале «Деревообрабатывающая промышленность» (Москва) и 5 статей в научном журнале «Труды БГТУ» (Минск), (общий объем 2,7 авторских листа), 4 статьи в материалах конференций, 1 статья в тезисах докладов конференций, по результатам работы получен 1 патент Республики Беларусь и подано 5 заявок по тематике круглых пил (на данный момент получено 4 положительных решения о выдаче патента).

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем работы 157 страниц печатного текста, в том числе 51 иллюстрация и 11 таблиц общим объемом 22 страницы, 7 приложений общим объемом 35 страниц. Библиографический список включает список используемых источников из 134 наименований и список публикаций соискателя из 21 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен анализ научных исследований в области повышения работоспособности дереворежущих круглых пил, рассмотрена нормативная база и технические требования, проанализирован накопленный практический опыт и намечены возможные пути повышения эффективности конструкций круглых пил.

Проведенный анализ научных источников, посвященных рассматриваемой проблеме, показывает необходимость комплексного подхода к решению задач ресурсо- и энергосбережения. Большое количество научных работ выполнено в направлении оптимизации геометрических параметров зубьев круглых пил. Для решения задач снижения энергопотребления в качестве перспективного был принят метод блочного формирования зубчатого венца с функциональным разделением режущих элементов на подрезающие и скалывающие зубья.

Действенным приемом повышения эффективности применения круглых пил является уменьшение их толщины и величины развода зубьев. Это направление заслуживает особого внимания тем, что решается проблема ресурсосбережения и автоматически приводит к снижению энергоемкости

процесса резания, таким образом, разработка технологии по формированию полотен пил с уменьшением толщины, в том числе не по всему радиусу, а только на глубину пропила, является необходимой и важной. Причем подобная технология должна учитывать специфику предполагаемого блочного метода размещения режущих элементов.

При оценке работоспособности круглых пил нет единого мнения о влиянии центробежных сил. По одним источникам их влияние незначительно, по другим, оно только положительное и существенное. Уменьшение толщины опытных пил предполагает усиление влияния центробежных сил на положение зубчатого венца в пропиле и требует учета этого фактора при проектировании опытных пил уменьшенной толщины и переменного сечения по радиусу.

Большого внимания в исследованиях заслуживает активное влияние межзубных впадин на процесс стружкообразования. Процесс стружкообразования, транспортировки, заполнения и освобождения впадин от отходов является многофакторным, что создает сложности при анализе работоспособности режущего инструмента и требует учета при проектировании круглых пил. Исходя из анализа исследований в этой области, 40-72% объема отходов по размерам имеют физическую возможность удаляться из зоны резания не с помощью межзубной впадины, а через пропил между полотном пилы и стенками пропила. Исследование и обеспечение этой возможности приведет к уменьшению трения спрессованного брикета отходов о стенки пропила, работы затрачиваемой на их уплотнение, энергоемкости процесса резания.

Анализ научных работ и изучение производственного опыта показывает, что совершенствование круглых пил возможно осуществлять по многим направлениям, и наиболее значимыми из них являются:

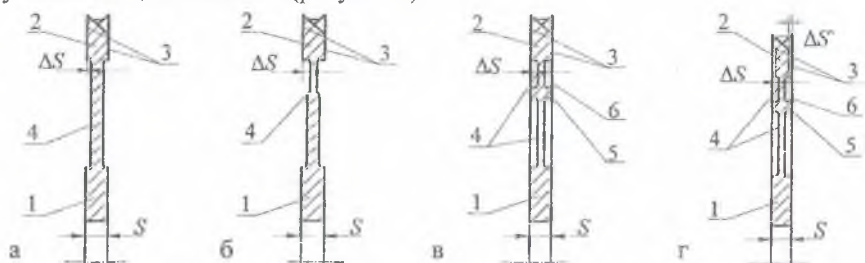
- уменьшение толщины полотна пилы и величины развода зубьев;
- функциональное разделение режущих элементов на подрезающие и скалывающие с оптимизацией их угловых параметров;
- удаление отходов из зоны резания и стабилизация полотна пилы в пропиле.

В результате выполнения первой главы сформулированы цель и задачи исследований, изложена методология, методы проведения необходимых исследований, дана характеристика используемого оборудования.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям, направленным на разработку ресурсо- и энергосберегающих круглых пил уменьшенной толщины и переменного сечения по радиусу с возможностью удаления отходов из зоны резания без их уплотнения, представлены возможные варианты решений.

Ресурсосбережение зависит от толщины пилы и величины развода зубьев. По данным Стахиева Ю.М. для обеспечения работоспособности круглых пил

достаточна величина развода 0,2 мм на сторону. Исследованием Матвейко А.П. установлено, что при продольном пилении уширение пропила в сравнении с размерами режущего венца составляет 0,4–0,6 мм. Таким образом, теоретически необходимость в разводе зубьев отпадает, очевиден саморазвод зубьев в процессе работы. На практике эти величины развода превышают и связано это с необходимостью перекрыть погрешность установки круглых пил на реальных станках, а не с работоспособностью инструмента. В диссертации предлагается снижать энергозатраты и вероятность потери работоспособности пилы путем уменьшения ее толщины ниже зубчатого венца на 0,2 мм и более, с учетом толщины полотна (рисунок 1).



а – сечение пилы с плоской проточкой; б – со ступенчатой проточкой; в – с опорным выступом и дополнительной режущей кромкой; г – вариант сечения с зубом уменьшенной толщины на $\Delta S'$; 1 – полотно; 2 – зубчатый венец; 3 – боковые поверхности; 4 – зоны проточки с глубиной ΔS ; 5 – опорный выступ; 6 – дополнительная режущая кромка

Рисунок 1 – Разработанные варианты пилы обеспечивающей возможность минимизировать величину развода

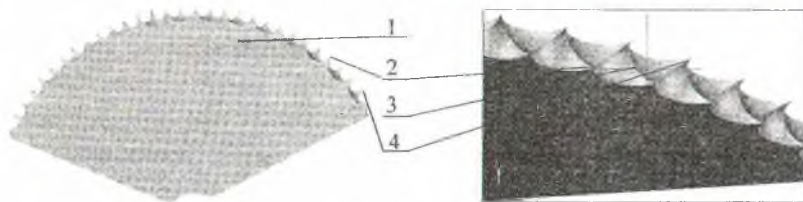
В зоне проточки, для зачистки поверхности пропила, оставляют кольцевые выступы, одновременно выполняющие функции дополнительной опоры, кромка которой выполняет режущие функции (рисунок 1, позиции 5, 6). Уменьшение толщины пилы ниже зубчатого венца (рисунок 2, позиция 2), также обеспечивает возможность удаления части отходов вдоль полотна пилы без их существенной деформации.



а – общий вид инструмента; б – радиальное сечение; 1 – полотно; 2 – кольцевая канавка; 3 – левый подрезающий элемент; 4 – правый подрезающий элемент; 5 – скалывающий элемент (находится ниже элементов 3,4 на величину Δh); 6 – поднутрение режущего элемента

Рисунок 2 – Обеспечение удаления отходов из зоны резания без их уплотнения

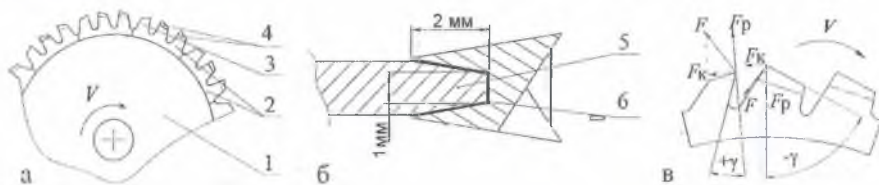
В процессе выполнения диссертационной работы для чистовой обработки древесины разработана конструкция и технология изготовления пилы с повышенной жесткостью режущего венца за счет образования непрерывной режущей кромки с плавным переходом левой подрезающей кромки к правой, а переходная кромка между ними выполняет роль скалывающего элемента (рисунок 3, позиция 3). По периметру и торцу пилы образуется волнистая поверхность, углубления на которой играют роль впадин. Пила предназначена для подрезной операции и нанесения декора на поверхности древесины.



1 – полотно пилы; 2 – вершина правого подрезающего элемента; 3 – переходная кромка, исполняющая роль скалывающего элемента; 4 – вершина левого подрезающего элемента

Рисунок 3 - Пила с повышенной жесткостью зубчатого венца

С целью снижения стоимости инструмента его изготавливают составным. Более дорогим инструментальным материалом оснащают только режущий венец с помощью пайки, сварки. Высокая температура пайки вызывает нежелательные структурные превращения, снижающие эксплуатационные показатели металла полотна пил, зубьев и является причиной деформаций инструмента. Для решения указанной проблемы в диссертационной работе разработан блочный метод фиксации режущих элементов на полотне пилы (рисунок 4).



а – общий вид круглой пилы; б – поперечный разрез пилы с закрепленным блоком режущих элементов; в – распределение сил резания (F) на зубьях с положительными и отрицательными передними углами (γ); 1 – полотно пилы; 2 – блоки с режущими элементами; 3 – режущий элемент с положительным передним углом; 4 – режущие элементы с отрицательными передними углами; 5 – посадочный пояс на полотне пилы; 6 – трапецидальный посадочный паз в блоке режущих элементов

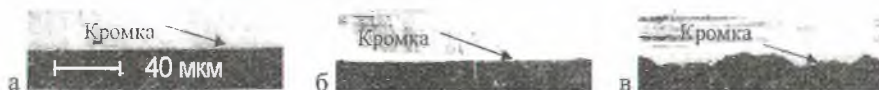
Рисунок 4 – Блочный метод фиксации режущих элементов на полотне пилы

В каждом блоке (рисунок 4 - а, позиция 2), имеются режущие элементы, как с положительными, так и с отрицательными передними углами (рисунок 4, в). Отрицательные передние углы обеспечивают прижим блока к полотну пилы радиальной составляющей силы резания. Необходимая прочность фиксации режущего блока может быть снижена на эту величину, что обеспечивает возможность применить припои, имеющие более низкую температуру плавления (на данное решение получен патент РБ 9656).

Третья глава содержит результаты проведенных исследований по оптимизации формы и геометрических параметров режущих элементов, определению их механической прочности, установлению особенностей процесса пиления разработанными круглыми пилами, изучению силовых параметров и показателей качества, статистический анализ результатов.

Из-за меньшей толщины опытных пил, большей деформируемости зубчатого венца классическая форма зубьев оказалась малоприменимой, в основу концепции режущего венца опытных пил положен принцип функционального разделения режущих элементов на подрезающие и скалывающие. Зубчатый венец опытных пил по конфигурации и внешнему виду отличается от серийных пил, и эту особенность можно отражать термином «режущий элемент».

Режущая кромка зуба испытывает сложное напряженное состояние, с одновременным воздействием на материал режущего клина напряжения сжатия, сдвига, растяжения, изгиба при циклическом нагружении зубьев. Проанализированы условия механического разрушения режущей кромки под действием изгибающей нагрузки от усилия резания. Опытным путем определены граничные условия начала механического разрушения режущей кромки резцов в зависимости от угла заострения. Состояние режущих кромок после испытания изображены на рисунке 5.



а – вид режущей кромки при угле заострения $\beta=40^\circ$; б - вид режущей кромки при угле заострения $\beta=30^\circ$; в – вид режущей кромки при угле заострения $\beta=20^\circ$

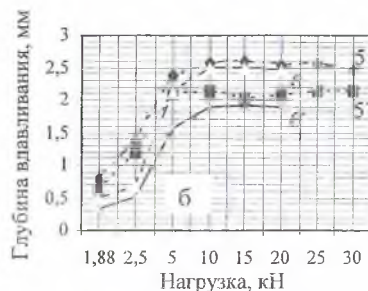
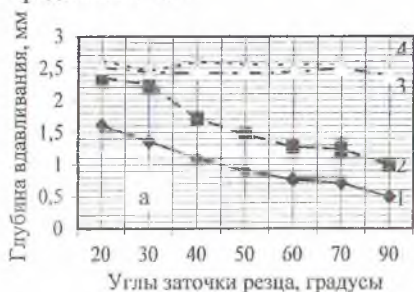
Рисунок 5 - Виды разрушения кромки режущего клина

Результаты испытаний позволили сделать вывод, что при углах заострения свыше 30° кромка режущего клина обладает достаточной прочностью. В дальнейшем все угловые параметры экспериментальных пил назначались с учетом этой величины.

Для изучения силовых параметров врезания с учетом особенностей работы режущих элементов опытных пил была смонтирована установка на базе пресса Бринелля. Особенностью установки являлась фиксация не только силовых параметров врезания, но одновременно измерялась глубина внедрения

режущего клина в древесину при помощи индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм., допускаемой погрешностью не более 4 мкм. На рисунке 6 приведены графические зависимости влияния углов заточки резцов и нагрузки на глубину вдавливания.

Анализ влияния нагрузки на глубину внедрения резца с $\beta=30^\circ$ и 60° (рисунок 6, а) показывает, что при нагрузках 2,5 и 5 кН кривые 1, 2 имеют одинаковый характер: с уменьшением угла заточки глубина внедрения резца увеличивается. С возрастанием нагрузки свыше 10 кН (кривые 3, 4) угловые параметры резцов практически не оказывают влияния на глубину внедрения. Можно предположить, что работа в этом случае затрачивается на деформацию древесины. Практический интерес представляют углы заточки режущего клина в пределах $30-40^\circ$.



а - влияние углов заточки резца на глубину вдавливания; б - влияние нагрузки на глубину вдавливания резца; 1 – глубина вдавливания резца под действием нагрузки 2,5 кН; 2 - под действием нагрузки 5 кН; 3 - под действием нагрузки 10 кН; 4 - под действием нагрузки 15 кН; 5 – глубина вдавливания резца с углом заточки 30° под нагрузкой; 5' – с углом заточки 30° после снятия основной нагрузки; 6 – глубина вдавливания резца с углом заточки 60° под нагрузкой; 6' – с углом заточки 60° после снятия основной нагрузки

Рисунок 6 - Влияние углов заточки резца и нагрузки на глубину вдавливания в древесину сосны под углом 90° в направлении волокон

На рисунке 6, б (кривые 5 и 6) показана глубина внедрения резца с углами заточки 30° и 60° под нагрузкой, кривые 5' и 6' - после снятия основной нагрузки. Различие в показаниях составляет 25-30% и может быть связано с явлением деформации и силами трения, которые удерживают режущий клин на глубине, но в любом случае это является потенциальным резервом уменьшения энергоемкости процесса резания.

С уменьшением толщины пилы, надо ожидать усиления влияния центробежных сил на положение пилы в пропилах. Для определения этого влияния был проведен следующий эксперимент.

Изготовлена пила диаметром 200 мм с толщиной полотна в рабочей зоне 0,65 мм. В результате испытаний ее на разных оборотах, замерена ширина пропила на образцах из древесины сосны. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость ширины пропила от частоты вращения шпинделя

Частота шпинделя, мин ⁻¹	50	100	400	800	1600
Ширина пропила на выходе, мм	2,25	1,8	1,2-1,25	1,1-1,2	0,8

Различия в ширине пропила на входе незначительны, и составляют 0,05-0,1 мм., с тенденцией к уменьшению с увеличением частоты шпинделя, что свидетельствует о влиянии центробежных сил. Ширина пропила на выходе пилы существенно зависит от частоты вращения и лежит в пределах от 0,8 до 2,25 мм., что составляет различие в 2,8 раза и на частотах свыше 1600 мин⁻¹ это различие практически исчезает, что иллюстрируется рисунком 7.

Ширина пропила на входе

Ширина пропила на выходе

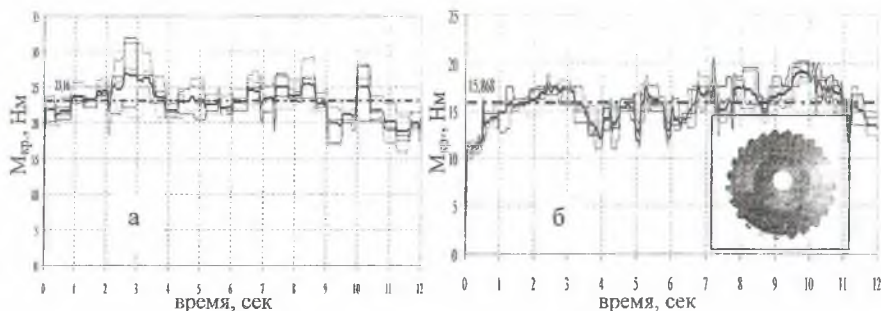


Рисунок 7 - Ширина пропила в древесине сосны при различных оборотах шпинделя на входе и выходе пилы

Увеличение ширины пропила на выходе инструмента можно объяснить тем, что боковой подпор древесины на зубья уменьшается, а влияние осевой составляющей силы резания усиливается.

Стабильность положения зубчатого венца в пропиле определяет качество обработанной поверхности. Определена деформируемость венца серийных пил, пил для продольной распиловки фирмы «Leitz» и опытных под действием осевой точечной нагрузки на зуб. С помощью индикаторов часового типа фиксировалась деформация зубчатого венца на полупериметре. Установлено, что прогиб полотна пил был двух видов, по форме напоминающий славянскую букву «С», и латинскую «S». Лучшее качество пропила обеспечивали пилы с деформацией зубчатого венца по «С»-образному варианту, (в том числе и разработанные опытные пилы).

Силовые параметры резания опытными пилами замерялись на установке ГТ4010, смонтированной на базе вертикально-фрезерного станка. Установка позволяет фиксировать силовые характеристики резания с погрешностью номинального входного сигнала 0,1%. Показания значений крутящего момента фиксировались с табло индикатора с помощью цифрового фотоаппарата с последующей кадровой обработкой данных в программе VirtualDub. Полученные данные силовых параметров резания показаны на рисунке 8.



а – нормированные графики изменения крутящего момента при пропиле серийной пилой; б – нормированные графики изменения крутящего момента при пропиле опытной пилой с уменьшением толщины подрезающих элементов на 0,2 мм

Рисунок 8 – Графики изменения крутящего момента при пропилах серийной и опытной пилами

На основе проведенного статистического анализа полученных данных были выявлены характерные особенности распределения значений крутящего момента при пилении всеми типами исследуемых пил и приняты адекватные сравнительные характеристики. Полученные экспериментальные данные параметров резания серийной пилой (№ 1), принятой базовой для сравнения с другими пилами, и партией опытных пил приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительная оценка эффективности разработанных круглых пил

Пила №	Среднее показание $M_{кр}$, Нм	Изменение $M_{кр}$ в сравнении со средним значением пилы № 1, %	Ширина пропила, мм	Уменьшение ширины пропила в сравнении со значением для пилы № 1, %
1	23,16	-	2,72	-
2	16,779	-27,55	2,68	1,4
3	26,634	+15	1,5	45
4	16,539	-28,59	1,5	45
5	15,868	-31,48	1,5	45

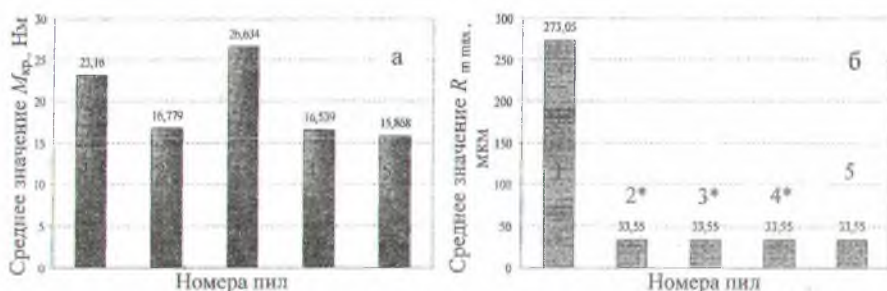
Испытания проводились на заготовках из древесины сосны, плотностью 0,51 г/см³ при влажности $W = 12\%$ на скорости резания 30 м/с и при подаче 5,3 мм/м.л.н. Все пилы имели диаметр в диапазоне 186-196 мм и толщину 1,5 мм. Различие состояло в конструкции и подготовке режущего венца. Серийная пила была подготовлена к работе по технологии и непосредственно на предприятии «Минскпроектмебель».

Если принять среднее значение $M_{кр}$ при пилении заводской пилой за 100%, то пиление опытной пилой (№ 5) уменьшило этот показатель на 31,5%, при

одновременном уменьшении ширины пропила на 45%. Различие в конструкции опытной пилы № 5 заключалось в отсутствии развода зубьев и уменьшении толщины подрезающих элементов на 0,2 мм поочередно справа и слева, а скалывающих зубьев на эту величину с двух сторон.

Произведены замеры шероховатости поверхности по ГОСТ 15612 – 85. Шероховатость поверхности образцов полученных при работе серийной пилой (№ 1) оценивается $R_{\text{м max}} \approx 250$ мкм, а опытной пилой (№ 5) - $R_{\text{м max}} \approx 40$ мкм. Таким образом, при распиле опытной пилой не требуется проведение дополнительных чистовых операций.

Сравнительная оценка эффективности работы исследуемых типов дереворежущих пил по силовым показателям и шероховатости показана в графическом виде на рисунке 9.



а - сравнение средних показателей крутящего момента при пилении пилами № 1-5;
 б - сравнение средних значений показателя шероховатости при пилении пилами № 1-5;
 * - показатели $R_{\text{м max}}$ для данного типа пилы являются ориентировочными

Рисунок 9 – Силовые характеристики и шероховатость поверхности, полученные при работе рассматриваемыми типами пил

В четвертой главе рассмотрена разработанная технология формирования толщины полотна дереворежущих круглых пил с помощью лезвийного инструмента из сверхтвёрдых инструментальных материалов.

Стальные дереворежущие пилы имеют твердость HRC = 41 – 46. Более высокое значение твердости желательно, так как обеспечивает увеличение стойкости инструмента, однако последующая необходимость развода зубьев накладывает ограничения на эту величину. Окончательное формирование толщины строгальной пилы осуществляют шлифованием по схеме плоского шлифования периферией или торцом шлифовального круга. При всех достоинствах абразивной обработки как финишной операции следует учитывать ее особенности. Теплонапряженность в зоне резания значительная и разная по радиусу диска, особенно при шлифовании тонких заготовок. В центральной части диска происходит максимальный нагрев, температурный градиент по радиусу заготовки вызывает структурные превращения в металле

разной интенсивности, являющиеся причиной образования остаточных напряжений не только разной величины, но и знака, что вызывает деформации, и в последующем требует правки полотна пил.

Для решения данной проблемы, предложена замена процесса шлифования на обработку полотен пил лезвийным инструментом из сверхтвердых материалов с учетом следующих рекомендаций:

1. Угловые параметры токарных резцов из сверхтвердых инструментальных материалов: передний угол $\gamma = 0^\circ$, задний угол $15-20^\circ$, вершина резца закругляется по радиусу или снимается фаска.
2. Параметры режимов резания при точении резцами из сверхтвердых материалов следующие: $V = 0,5 - 1$ м/с., $S = 0,08$ мм/об., $t = 0,2$ мм., стойкость резца составляет 50–60 мин.
3. При снижении скорости резания возможно применение резцов из твердых сплавов марок Т15К6, ТТ7К12 с сохранением стойкости в пределах 30–35 мин.

Изготовленные по такой технологии пилы показаны на рисунке 10.



а – пила с непрерывной режущей кромкой; б – тонкая пила с функциональным разделением режущих элементов; в – пила с плоской проточкой, опорным выступом и дополнительной режущей кромкой

Рисунок 10 – Опытные круглые дереворежущие пилы

В пятой главе рассмотрены вопросы оптимизации заточки инструмента в зависимости от характера износа, рассмотрена технология восстановления работоспособности подрезающих элементов опытных круглых пил с помощью поверхностной пластической деформации (ППД), проведена оценка экономической эффективности применения разработанных опытных пил.

Стоимость современных инструментальных материалов имеет тенденцию к повышению, поэтому при заточке инструмента становится экономически выгодным минимизировать отходы материала при выполнении этой операции. При обработке древесины преимущественным является износ с округлением режущей кромки. Применительно к такой схеме затупления зубьев произведен расчет по оптимизации параметров заточки режущих элементов.

На рисунке 11 показана геометрическая интерпретация задачи нахождения оптимальных параметров заточки с минимизацией потерь инструментального материала режущего элемента, который в сечении представляет собой параллелограмм со сторонами a и b , углом заострения β и радиусом затупления R .

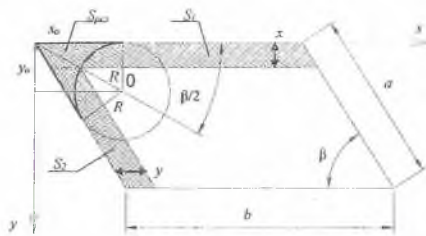


Рисунок 11 - Определение координат центра окружности и уравнения поверхности затупления

Предложенный критерий эффективности I_1 , равный отношению снимаемой площади при заточке ($S - S_{\text{дтз}}$) к теряемой площади при резании $S_{\text{дтз}}$ можно найти по формуле:

$$I_1 = \frac{S - S_{\text{дтз}}}{S_{\text{дтз}}} = \frac{S}{S_{\text{дтз}}} - 1 = \frac{S_1 + S_2}{S_{\text{дтз}}} - 1 = \frac{by + \left(\frac{R}{\tan\left(\frac{\beta}{2}\right)} - \sqrt{2Ry - y^2} - \frac{y}{\tan(\beta)} \right) (a \sin(\beta) - y)}{\frac{R^2}{\tan\left(\frac{\beta}{2}\right)} - \frac{(\pi - \beta)R}{2}} - 1, \quad (1)$$

где S – площадь снятого материала ($S = S_1 + S_2$);

$S_{\text{рез}}$ – площадь материала, теряемого в процессе затупления;

S_1 – площадь снятого материала по оси x ;

S_2 – площадь снятого материала по оси y ;

b – сторона параллелограмма геометрической интерпретации резца по оси x ;

y – координата точки на поверхности затупления радиуса R ;

R – радиус затупления резца;

β – угол заострения резца;

a – сторона параллелограмма геометрической интерпретации резца по оси y .

Составлена программа на ЭВМ для нахождения оптимальных параметров заточки, графическая интерпретация которой представлена на рисунке 12.

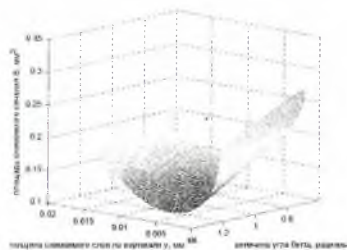
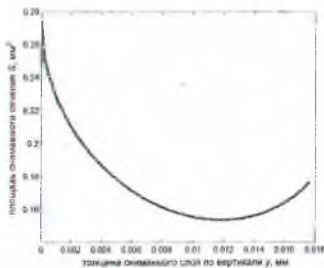


Рисунок 12 - Зависимости площади снимаемого материала от величин y , β ,

Анализ представленных графиков позволяет сделать вывод о наличии ярко выраженного оптимума площади снимаемого материала, как функции зависящей от соотношения сторон режущей пластинки и угла заострения β .

При заточке инструмента шлифованием в поверхностном слое содержание аустенита повышается до 30-40%, что снижает эксплуатационные свойства режущего клина. Предложена технология, и приспособление для повышения стойкости круглых пил путем проведения последующей ППД зубьев.

В результате испытаний на предприятии ООО «Пинскдрев-Адриана» ЗАО «Пинскдрев» установлено, что при использовании разработанных в процессе выполнения диссертационной работы пил, при раскросе древесины хвойных пород энергозатраты снизились на 17%. На поверхностях пропила отсутствуют сколы, шероховатость обработанной поверхности понизилась в три раза. Годовой экономический эффект от использования результатов работы составил 26,18 млн. рублей при годовой программе предприятия по обработке деталей из натуральной древесины 1700000 пог. м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

Основным научным результатом диссертации является доказательство эффективности комплексного подхода к созданию энерго- и ресурсосберегающих конструкций круглых пил, учитывающих количественные и качественные зависимости взаимодействия режущего инструмента и древесины.

Полученные научные и практические результаты:

1. Повышение эффективности обработки древесины круглыми пилами за счет комбинирования блочного расположения режущих элементов дереворежущих пил при функциональном разделении режущих зубьев на подрезающие и скалывающие, с уменьшением толщины полотна и приданием ему переменного сечения, минимального уширения зубчатого венца на 0,2 мм., что обеспечивает уменьшение объема отходов древесины в стружку и опилки до 45% и снижение энергоемкости процесса резания $\approx 30\%$ по сравнению с серийным инструментом, придает пилам универсальный характер и дает возможность обработки древесины с шероховатостью $R_{\text{т max}} \approx 40$ мкм [2-А, 5-А, 11-А, 13-А].
2. Оснащение круглых пил легкоъемными режущими блоками, имеющими по три режущих элемента, из которых два выполняют подрезающие функции, а один – скалывающую функцию, при этом подрезающие элементы имеют отрицательные передние углы, скалывающий элемент – положительный

передний угол, что в итоге обеспечивает повышение устойчивости полотна пилы в процессе работы [8-А, 9-А, 10-А, 19-А].

3. Технология изготовления круглых пил с уменьшением энергоемкости процесса резания за счет удаления отходов из зоны резания без их уплотнения, вдоль полотна пилы и стенок пропила, в отличие от удаления с помощью межзубных впадин в серийных пилах [15-А, 16-А, 20-А].

4. Формирование толщины полотна круглых пил с переменным сечением точного профиля при помощи лезвийного инструмента из сверхтвердых материалов, что снижает теплонапряженность в зоне проточки и дает возможность создавать в полотне пил остаточные напряжения разной величины и знака и тем самым контролировать состояние зубчатого венца [1-А, 3-А, 5-А].

5. Стабилизация полотна пилы в пропиле за счет придания межзубным впадинам конического сечения и образования в них дополнительных точек опоры из уплотненных отходов между полотном пилы и плоскостью пропила в зоне резания без установки специальных направляющих [18-А].

6. Технология изготовления круглой пилы с непрерывной режущей кромкой, обеспечивающей повышенную жесткость зубчатого венца, и как следствие, повышающую точность и качество обработки [6-А, 17-А, 21-А, Диплом II степени Петербургской технической ярмарки 2008].

7. Полученные в результате теоретических и экспериментальных исследований данные позволили установить:

- рациональные углы заточки подрезающих элементов лежат в пределах 30-40° и их оптимальная глубина внедрения обеспечивается при нагрузке около 100 Н на 1 мм длины лезвия, дальнейшее увеличение этого силового параметра ведет только к увеличению энергоемкости процесса резания [4-А];

- качество обработки зависит от характера деформации зубчатого венца круглых пил и необходимо учитывать положительное влияние центробежных сил на стабилизацию положения полотен опытных пил в пропиле [6-А, 7-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Разработанные в процессе выполнения диссертации круглые дереворежущие пилы с блочным расположением режущих элементов целесообразно использовать при лесопилении и деревообработке, в том числе для проведения чистовых операций, и для нанесения декора на элементы мебели и выполнения подрезных работ [13-А, 15-А, 16-А, 17-А, 18-А, 19-А].

2. Разработанную технологию формирования полотен круглых пил с помощью лезвийного инструмента рекомендуется использовать для ремонта серийных круглых пил, вышедших из строя по причине образования «прижогов», непосредственно на лесопильных и мебельных предприятиях, на

имеющихся металлорежущих станках с применением планшайб для фиксации полотен пил [1-А, 3-А, 5-А].

3. Целесообразно при раскросе заготовок из ценных пород древесины, особенно небольшого сечения, применять круглые пилы уменьшенной толщины в рабочей зоне до 0,6 мм., учитывая эффект отклонения зубьев под действием осевой составляющей силы резания [2-А, 6-А, 7-А, 11-А, 13-А].

4. Составленная математическая модель процесса заточки и методика нахождения оптимальных параметров заточки дереворежущего инструмента с учетом характера износа режущей кромки, обеспечивающая минимизацию потерь заточиваемого инструмента и расхода абразивного круга, применима, в том числе, и для металлорежущего инструмента, внедрена в учебный процесс на кафедре материаловедения и технологии металлов БГТУ по курсу «Технология машиностроения» [12-А, акт внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи.

1-А. Бавбель, И.И. Влияние режимов заточки дереворежущего инструмента на остаточные напряжения в поверхностных слоях сплавов / И.И. Бавбель, С.С. Карпович, Д.С. Карпович // Научно-технический, экономический и производственный журнал «Деревообрабатывающая промышленность». - Москва, 2005. - № 2. - С. 14-15.

2-А. Карпович, С.И. Анализ процесса резания древесины и древесных материалов / С.И. Карпович, А.А. Гришкевич, С.С. Карпович // Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. - Минск, 2005. - Выпуск XIII. - С. 179-181.

3-А. Карпович, С.И. О возможности формирования толщины круглых пил с применением лезвийного инструмента / С.И. Карпович, В.И. Гиль, С.С. Карпович // Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. - Минск, 2006. - Выпуск XIV. - С. 190-193.

4-А. Карпович, С.С. Изучение возможности уменьшения энергоемкости процесса резания древесины / С.С. Карпович, И.И. Бавбель, С.И. Карпович // Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. - Минск, 2007. - Выпуск XV. - С. 287-291.

5-А. Карпович, С.И. Повышение эффективности эксплуатации круглых пил / С.И. Карпович, А.А. Гришкевич, С.С. Карпович // Научно-технический, экономический и производственный журнал «Деревообрабатывающая промышленность». - Москва, 2007. - № 4. - С. 8-10.

6-А. Карпович, С.С. Повышение качества раскря древесины круглыми пилами / С.С. Карпович, Л.М. Бахар, С.И. Карпович // Труды БГТУ. Серия II Лесная и деревообрабатывающая промышленность. - Минск, 2008. - Выпуск XVI. - С. 291-293.

7-А. Карпович, Д.С. Исследование устойчивости круглых дереворежущих пил в статике / Д.С. Карпович, С.С. Карпович // Труды БГТУ. Серия VI. Физико-математические науки и информатика. - Минск, 2008. - Выпуск XVI. - С. 91-94.

Материалы конференций и тезисы докладов.

8-А. Карпович, Д.С. Определение оптимальных параметров технологического процесса изготовления составного дереворежущего инструмента / Д.С. Карпович, С.С. Карпович, Д.В. Макачук // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь», Минск, 20-22 октября 2004 г. / БНТУ, редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. - Минск, 2004. — С. 266-270.

9-А. Карпович, Д.С. Прогнозирование поведения в ходе эксплуатации многолезвийного инструмента / Д.С. Карпович, С.С. Карпович // Материалы международной научно-технической конференции «Организационно-техническое управление в межотраслевых комплексах», Минск, 28-29 октября 2004 г. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. - Минск, 2004. — С. 279-282.

10-А. Карпович, Д.С. Моделирование на ЭВМ уравнения теплопроводности / Д.С. Карпович, С.С. Карпович // тезисы докладов V международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств», Могилев, 18-20 мая 2005 г. / УО Могилевский государственный университет продовольствия; редкол.: Т.С. Хасаншин [и др.]. - Минск: Издательский центр БГУ, 2005. - С. 243.

11-А. Карпович, Д.С. Сверхтонкие энерго- и ресурсосберегающие круглые пилы / Д.С. Карпович, А.С. Кравченко, С.С. Карпович // Материалы международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии», Минск, 16-18 ноября 2005 г. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. - Минск, 2005. — С. 318-320.

12-А. Карпович, Д.С. Определение оптимальных параметров заточки дереворежущего инструмента / Д.С. Карпович, С.С. Карпович // «Автоматический контроль и автоматизация производственных процессов». Материалы Междун. науч.-техн. конф., Минск, 6-8 июня 2006 г. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. — Минск, 2006. — С. 69-71.

Патентные материалы.

13-А. Безразводная пила: положительное решение о выдаче патента на заявку № а 20060469 Республика Беларусь, МПК⁷ В 27А 33/08 / Д.С. Карпович, С.С. Карпович; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». Заявл. 18.05.2006.

14-А. Пила с двойной режущей кромкой: заявка на патент № а 20060886 Республика Беларусь, МПК⁷ В 27В 33/10 / С.С. Карпович, Д.С. Карпович, Ю.В. Жданович, А.И. Сокол; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». Заявл. 07.09.2006.

15-А. Способ повышения динамической устойчивости круглых пил: заявка на патент № а 20060929 Республика Беларусь, МПК⁷ В 27А 33/08 / С.И. Карпович, А.А. Гришкевич, В.И. Гиль, С.С. Карпович; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». Заявл. 21.09.2006.

16-А. Круглая пила: положительное решение о выдаче патента на заявку № а 20070183 Республика Беларусь, МПК⁷ В 27А 33/08 / С.И. Карпович, А.А. Гришкевич, С.С. Карпович; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». Заявл. 22.02.2007.

17-А. Пила с непрерывной режущей кромкой: положительное решение о выдаче патента на заявку № а 20070275 Республика Беларусь, МПК⁷ В 27В 33/00 / Д.С. Карпович, С.С. Карпович; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». Заявл. 15.03.2007.

18-А. Способ стабилизации полотна пилы в пропилах: положительное решение о выдаче патента на заявку № а 20070325 Республика Беларусь, МПК⁷ В 27В 33/00 / С.С. Карпович, А.П. Матвейко, Д.В. Макаручук; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». Заявл. 29.03.2007.

19-А. Способ изготовления круглой пилы: патент 9656 Республика Беларусь, МПК⁷ В 27В 33/00 / С.И. Карпович, А.П. Матвейко, И.И. Бавбель, С.С. Карпович; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». - № а 20050320; заявл. 31.03.2005; опубл. 05.05.2007 // БИ. – 2007. -№ 4. - С. 80.

Выставки.

20-А. Лесдревтех 2006 (с 30 мая по 2 июня 2006 г.) г. Минск.

Участник - УО «Белорусский государственный технологический университет».

Представление технологии ремонта стальных круглых пил, пилы с непрерывной режущей кромкой, строгальной круглой пилы, пилы с отводом стружки вдоль полотна.

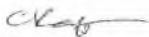
21-А. Петербургская техническая ярмарка 2008 (с 11 по 14 марта 2008 г.)
г. Санкт-Петербург.

Участник - УО «Белорусский государственный технологический университет»
г. Минск, Республика Беларусь.

Представление разработки универсальной дереворежущей пилы, пилы с непрерывной режущей кромкой.

Авторы разработки: А.К. Вершина, С.И. Карпович, С.С. Карпович.

За разработку «Универсальная дереворежущая пила, пила с непрерывной режущей кромкой» получен Диплом II степени с вручением серебряной медали.



Карповіч Сяргей Сяменавіч

Круглыя пілы з блокавым размяшчэннем рэжучых элементаў, якія забяспечваюць павышэнне выхаду прадукцыі дрэваапрацоўкі і паніжэнне энергасатрат

Ключавыя словы: дрэварэжучы інструмент, круглыя пілы, рэзанне, рэжымы апрацоўкі, піленне, якасць паверхні, энерга- і рэсурсазберажэнне.

Аб'ект даследавання: механічная апрацоўка драўніны круглымі піламі, іх канструкцыя, геаметрыя рэжучых элементаў пілаў малой таўшчыні, вывучэнне ўмоў самаразводу зубоў пілы пад уздзеяннем сілы рэзанання, рэжымы рэзанання, забеспячэнне ўмоў мінімізацыі энерга- і рэсурсазатратаў пры піленні круглымі піламі, уплыў параметраў рэзанання і інструменту на якасць прапілу.

Мэта работы: зніжэнне энерга- і рэсурсазатрат пры раскроі драўніны круглымі піламі, распрацоўка тэхналогіі вырабу круглых пілаў паменшанай таўшчыні і пераменнага сячэння па радыусе з забеспячэннем універсальнасці інструменту для раскрою драўніны ўздоўж і ўпоперак валокнаў і павышэннем якасці паверхні прапілу.

Прааналізаваны тэхнічныя і тэхналагічныя параметры серыйных круглых пілаў і паказана магчымасць павышэння эфектыўнасці іх працаздольнасці за кошт функцыянальнага раздзялення рэжучых элементаў, надання спецыяльным пілам універсальнага прызначэння пры забеспячэнні высокай якасці апрацоўкі.

Даследавана тэхналогія вырабу пілаў таўшчынёй да 0,65 мм з данамогай лязовага інструмента са звышцвёрдых матэрыялаў і пілаў пераменнага сячэння па радыусе, магчымасць вынасу пілавіння з зоны рэзанання без іх істотнай дэфармацыі, магчымаць стварэння ўмоў самаразводу рэжучых элементаў пілаў. Знойдзены велічыні сілавых параметраў ўціскання падразаючых элементаў у драўніну пад рознымі вугламі адносна валокнаў і глыбіня ўціскання ў залежнасці ад нагрузкі.

Паказана магчымасць зніжэння энерга- і рэсурсазатратаў пры рэзанні круглымі піламі да 30% за кошт зніжэння таўшчыні ў рабочай зоне і велічыні разводу зубоў. Аб'ём адыходаў пры раскроі драўніны зніжаецца на 45%. Якасць апрацоўкі паверхні прапілу забяспечваецца функцыянальным раздзяленнем рэжучых элементаў на падразаючыя і сколваючыя зубы.

Распрацавана тэхналогія вырабу круглых пілаў паніжанай таўшчыні і пераменнага сячэння па радыусе, вызначаны магчымасць рэзанання распрацаванымі піламі і аб'ём адыходаў пры раскроі драўніны.

Вынікі даследаванняў правяраны на вытворчых прадпрыемствах.

Карпович Сергей Семенович

Круглые пилы с блочным расположением режущих элементов, обеспечивающие повышение выхода продукции деревообработки и снижение энергозатрат

Ключевые слова: инструмент дереворежущий, пилы круглые, резание, режимы обработки, пиление, качество поверхности, энерго- и ресурсосбережение.

Объект исследования: механическая обработка древесины круглыми пилами, их конструкция, геометрия режущих элементов пил малой толщины, изучение условий саморазвода зубьев пил под воздействием силы резания, режимы резания, обеспечение возможности минимизации энерго- и ресурсозатрат при пилении круглыми пилами, влияние параметров резания и инструмента на качество пропила.

Цель работы: снижение энерго- и ресурсозатрат при раскрое древесины круглыми пилами, разработка технологии изготовления круглых пил уменьшенной толщины и переменного сечения по радиусу с обеспечением их универсальности при раскрое древесины как поперек, так и вдоль волокон и повышение качества поверхности пропила.

Проанализированы технические и технологические параметры серийных круглых пил и показана возможность увеличения их эффективности за счет функционального разделения режущих элементов, придания пилам универсального характера при обеспечении высокого качества обработки.

Разработана технология изготовления пил толщиной до 0,65 мм с помощью лезвийного инструмента из сверхтвердых материалов и пил переменного сечения по радиусу, возможность удаления опилок из зоны резания без их существенного уплотнения, возможность создания условий саморазвода режущих элементов пил. Определены силовые параметры вдавливания подрезающих элементов в древесину под разными углами относительно волокон и глубина их внедрения в зависимости от нагрузки.

Показана возможность снижения энергозатрат до 30% при резании круглыми пилами за счет снижения их толщины в рабочей зоне, уменьшения развода зубьев. Объем отходов уменьшается на 45%. Повышение качества обработки достигается функциональным разделением режущих элементов на подрезающие и скалывающие зубья.

Разработана технология изготовления круглых пил малой толщины и переменного сечения по радиусу, определены мощность резания разработанными пилами и объем отходов при раскрое древесины.

Результаты исследований проверены в производственных условиях.

SUMMARY

Karpovich Sergey Semyonovich

Round saws with a block arrangement of the cutting elements, providing increase of an output of woodworking production and decrease in power inputs

Key words: the tool which cuts a tree, saws round, cutting, modes of processing, tree cutting, quality of a surface, power- and resources savings.

Object of research: machining of wood by round saws, their design, geometry of cutting elements of saws of small thickness, studying of conditions of self-divorce tooth saws under influence of force of cutting, modes of cutting, studying of ways of minimization of power resources consumptions at fair processing round saws, influence of parameters of cutting and the tool on quality of processing.

The purpose of work: decrease in power and resources consumptions at cutout wood round saws of a special design, development of manufacturing techniques of round saws of the reduced thickness and variable section on radius with maintenance of their universality at cut wood as across, and along fibers and has spent on drink improvement of quality of a surface.

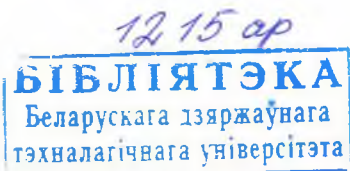
Technical and technological parameters of serial round saws are analyzed and the opportunity of improvement of their serviceability is shown due to reduction of thickness in a working zone, functional division of cutting elements, giving of universal character of application by him at high quality maintenance of processing.

The manufacturing techniques of saws of the reduced thickness up to 0,65 mm with the help edge the tool from superfirm materials, saws of variable section on radius, the principle of removal of sawdust from a zone of cutting without their condensation is structurally realized, the opportunity of creation of conditions of self-divorce of cutting elements saws is investigated. On installations power parameters of cave-in cutting elements in wood under a corner from 0 up to 90° concerning a direction of fibers and depth of their introduction on the enclosed loading.

The opportunity of decrease in power inputs on 30% at cutting by saws due to decrease in their thickness, reduction of efforts by deformation of waste products in hollow between teeth's is shown a hollow and their removal without essential condensation. The volume of waste products decreases inputs on 45% due to reduction of thickness saws. Improvement of quality of processing is reached by functional division of cutting elements on undercutting and chopping off.

The principle of designing and manufacturing techniques of round saws of small thickness, saws of variable section on radius, capacity of cutting by special saws, volume of waste products is determined at cutout wood.

Results of researches are checked up under production conditions.



Научное издание

Карпович Сергей Семенович

**КРУГЛЫЕ ПИЛЫ С БЛОЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ РЕЖУЩИХ
ЭЛЕМЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОВЫШЕНИЕ ВЫХОДА
ПРОДУКЦИИ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.21.05 – древесиноведение, технология и оборудование
деревообработки

Ответственный за выпуск С.С. Карпович

Подписано в печать 04.06.2009. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,4.
Тираж 60 экз. Заказ **280**

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006, Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006, Минск, Свердлова, 13.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.