

На правах рукописи



Прозоров Ярослав Сергеевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ НА ОСНОВЕ УВЕЛИЧЕНИЯ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

05.21.05 – Дреvesиновeдeниe, тeхнoлoгия и oбoрyдoвaниe дeрeвoпeрeрaбoтки

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Архангельск – 2016 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет» (ФГБОУ ВО «БГИТУ»).

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
Памфилов Евгений Анатольевич

Официальные оппоненты: Шамаев Владимир Александрович, доктор
технических наук, профессор, ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный лесотехниче-
ский университет имени Г.Ф. Морозова»,
профессор кафедры древесиноведения

Шейнов Анатолий Иванович, кандидат техни-
ческих наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-
Петербургский государственный лесотехниче-
ский университет им. С.М. Кирова», доцент
кафедры "Технологии лесопиления и сушки
древесины"

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное об-
разовательное учреждение высшего профес-
сионального образования «Московский госу-
дарственный университет леса»

Защита состоится 17 февраля 2015 г. в 13 часов на заседании диссер-
тационного совета Д 212.008.01 на базе на базе ФГАОУ ВПО "Северный
(Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова" по адре-
су: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17, главный корпус, ауд.
1220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте
ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова», www.narfu.ru, тел. 8(8182)216149, e-mail:
a.zemtsovsky@narfu.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета



Земцовский Алексей
Екимович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Эффективность деревоперерабатывающего производства характеризуется в основном показателями качества производимой продукции, и ее себестоимостью. При этом значения указанных параметров определяются преимущественно производительностью и долговечностью применяемого оборудования.

Это в полной мере относится и к станкам, используемым при производстве стружки, необходимой для изготовления ДСтП, ЦСП и ряда других древесных композитов, поскольку требуемая их долговечность зачастую не обеспечивается по причине быстрого достижения предельного износа функциональных рабочих поверхностей ответственных деталей.

В стружечных станках к таким деталям относятся детали узла резания - ножевой вал, клинья, ножедержатели и т.д., поскольку при достижении некоторого значения их износа, качество вырабатываемой стружки заметно снижается и перестает удовлетворять требованиям к стружке для производства ДСтП. Это приводит к необходимости восстановления исходной работоспособности стружечных станков, связанной с длительным выведением оборудования из эксплуатации, что отрицательно сказывается на технике – экономической эффективности его работы. Поэтому повышение износостойкости указанных ответственных деталей имеет большое значение с точки зрения обеспечения эффективности производства древесной стружки.

Таким образом, выявление закономерностей влияния величины износа на качество получаемой стружки, уточнение закономерностей изнашивания деталей стружечных станков, и обоснование возможностей их упрочняющей обработки при изготовлении и реновации является актуальной.

Цель и задачи исследования. Цель работы – повышение эффективности производства древесной стружки на основе увеличения долговечности работы стружечных станков путем создания и реализации методов повышения износостойкости деталей узлов резания.

Для достижения поставленной цели в представленной диссертации требуется решение следующих задач:

1) выявить закономерности влияния износа деталей узлов резания стружечных станков на стабильность размеров получаемой древесной стружки, используемой при изготовлении древесно-стружечных плит;

2) исследовать условия функционирования и установить основные причины отказов стружечных станков, а также выявить пути увеличения износостойкости деталей узла резания, обеспечивающие повышение эффективности производства стружки;

3) изучить механизм изнашивания рассматриваемых деталей и обосновать эффективные способы их упрочнения при изготовлении и ремонте;

4) разработать методики экспериментальных исследований изнашивания деталей узла резания стружечных станков и оценки влияния на этот процесс явлений, протекающих при изготовлении древесной стружки.

5) экспериментально установить закономерности влияния параметров работы стружечных станков и физико – химических свойств материалов, используемых для изготовления и упрочнения их деталей, на износостойкость получаемых поверхностных слоев и установить возможные пути ее обеспечения;

б) разработать рекомендации для производственного использования предложенных мероприятий по повышению долговечности и технико-экономической эффективности функционирования стружечных станков; провести производственные испытания опытных образцов и оценить технико-экономическую эффективность применения выработанных рекомендаций.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются детали узла резания, определяющие работоспособность стружечных станков, и технологические аспекты увеличения срока их службы. Предмет исследования - установление закономерностей влияния состава и структуры поверхностных слоев деталей оборудования для производства стружки на их износостойкость и возможности повышения за счет этого качества получаемой стружки.

Методология выполнения работы заключается в применении комплексного подхода, включающего моделирование особенностей эксплуатации деталей оборудования для производства стружки и теоретический анализ происходящих процессов изнашивания; в изучении разрушения изнашиваемых поверхностей; в проведении экспериментальных исследований влияния эксплуатационных условий и структурно-фазового состава поверхностных слоев на износостойкость деталей узла резания стружечных станков, а также выявлении связи параметров износа деталей с характеристиками качества получаемой продукции – стружки.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1) Впервые выявлена взаимосвязь между величиной износа основных деталей конструкции ножевого вала стружечных станков и параметрами, определяющими качество получаемой на них технологической стружки.

2) Выявлены закономерности влияния на механизм и величину износа рабочих поверхностей деталей оборудования для производства древесной стружки, отличающиеся от известных комплексным учетом влияния свойств древесного сырья и химического состава и структуры материалов деталей оборудования.

3) Усовершенствована методика экспериментальных исследований коррозионно-механического изнашивания материалов древесиной, отличающаяся возможностью выделения значений механической, химической и синергетической составляющих общей величины износа.

4) Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования для повышения износостойкости деталей узла резания стружечных станков перспективных наплавочных материалов, обладающих высокой сопротивляемостью коррозионно-механическому изнашиванию и позволяющих создавать упрочненные зоны, отличающиеся переменной износостойкостью по отдельным участкам рабочих поверхностей исследуемых деталей.

Теоретическая значимость работы заключается в выявлении закономерностей влияния износа деталей ножевого вала стружечных станков на показатели качества, получаемой технологической стружки; в уточнении моделей процессов, происходящих в зоне фрикционного контакта поверхностей деталей стружечных станков с древесным сортиментом; в создании усовершенствованной методики исследования изнашивания пары трения «сталь-древесина»; в разработке теоретических основ выбора материала и способов упрочнения поверхностных слоев деталей узлов трения стружечных станков, обеспечивающих повышение их износостойкости.

Практическая значимость работы заключается в выработке производственных рекомендаций получения поверхностных слоев, обладающих высокой износостойкостью, за счет чего обеспечивается возможность существенного увеличения срока службы оборудования для производства древесной стружки и повышение ее качества.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1) результаты исследования причин отказов стружечных станков, позволяющие обосновать возможные пути увеличения износостойкости их основных деталей и повышения за счет этого качества получаемой древесной стружки;

2) установленные закономерности влияния величины износа деталей узла резания на размерные характеристики получаемой стружки;

3) установленные закономерности изнашивания материалов при фрикционном контакте с древесиной и предлагаемые пути снижения износа деталей, позволяющие учитывать химический и структурно-фазовый состав материалов деталей и характеристики изнашивающего древесного сырья;

4) уточненная методика и результаты экспериментальных исследований процессов, протекающих в зоне фрикционного контакта пары трения «сталь-древесина», позволяющие оценить величину отдельных составляющих износа и влияние различных видов упрочняющей обработки на минимизацию его величины;

5) способы увеличения долговечности деталей оборудования для производства стружки за счет создания поверхностных слоев с повышенной сопротивляемостью изнашиванию древесины;

6) рекомендации для промышленного использования, предложенных способов упрочняющей обработки деталей узла резания стружечных станков, позволяющие увеличить технико-экономическую эффективность

исследуемого оборудования за счет снижения затрат на его содержание и повышения качества получаемой продукции.

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается их сопоставимостью с известными теоретическими закономерностями и экспериментальными данными; использованием апробированных методик при проведении экспериментальных исследований, высокой сходимостью теоретических выводов с результатами опытно-промышленных и лабораторных испытаний.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Разработка разделов диссертационной работы выполнялась в соответствии с пунктами 5, 8 и 13 паспорта специальности 05.21.05 - Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки.

Апробация результатов диссертации. Результаты выполненных разработок и исследований по теме настоящей работы обсуждались и докладывались на: научно-технической конференции «Механика технологических процессов в лесном комплексе»(г. Воронеж, 2014 г.), VIII российской научно-технической конференции "Физико-химия и технология неорганических материалов"(г. Москва, 2011 г.), конференциях «Достижения молодых ученых Брянской области»(г. Брянск, 2009-2010 гг.), интернет-конференциях «Актуальные проблемы лесного комплекса» (г. Брянск, 2008-2014 гг.), научно-технической конференции «Энергетика и энергоэффективность в условиях развития арктического региона» (г. Архангельск, 2011 г.), V международной научно-практической конференции "Ремонт. Восстановление. Реновация" (г. Уфа, 2014 г.), международной конференции «Актуальные проблемы трибологии» (г. Самара, 2011 г.), научно-практической конференции «I Европейский лесопромышленный форум молодежи» (г. Воронеж, 2014 г.), Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы машиноведения: трибология – машиностроению – 2012» (г. Москва, 2012 г.), III всероссийском научно-практическом семинаре «Техника и технологии трибологических исследований»(г. Иваново, 2012 г.), всероссийской конференции «Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике»(г. Москва, 2012 г.), всероссийской научно-практической конференции «Научные исследования студентов и молодых ученых для целей становления и развития инновационных технологических платформ»(г. Орёл, 2014 г.), на кафедре «Оборудование лесного комплекса» ФГБОУ ВПО «БГИТА» в 2009-2014 гг.

Реализация результатов. Практическое использование результатов, выполненных в диссертационной работе исследований, осуществлено на предприятии ОАО «Дятково ДОЗ». Их обоснованность подтверждается достигнутым положительным технико-экономическим эффектом. Научные и практические результаты работы так же используются в образовательном процессе ФГБОУ ВО «БГИТУ» при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Технологические машины и оборудование».

Личный вклад автора. Автором выполнен аналитический обзор состояния вопроса, включающий критический анализ литературных данных, касающихся проблематики решаемых задач, определены цель и задачи исследования, разработаны теоретические положения работы, разработаны методики проведения экспериментальных исследований. Автором также проведены экспериментальные исследования и выполнено обобщение их результатов; сформулированы основные выводы и рекомендации, осуществлена подготовка совместно с научным руководителем полученных результатов для публикации научных статей и тезисов докладов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, списка использованных источников, содержащего 195 наименований. Работа изложена на 168 страницах, содержит 12 таблиц и 48 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

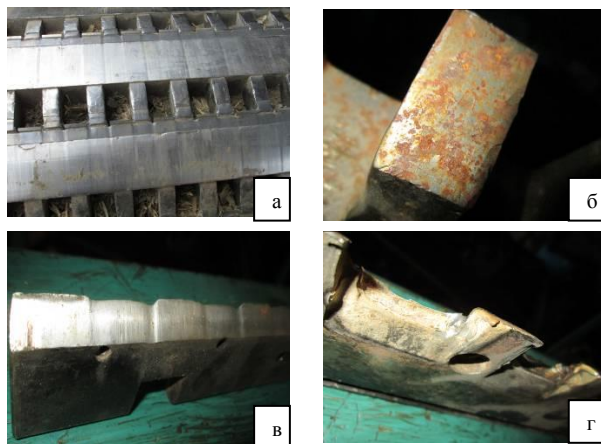
Во введении описывается актуальность выбранной темы диссертационной работы, определены цель и задачи проведенных исследований, сформулированы научные положения, выносимые на защиту, представлены практическая значимость и научная новизна полученных результатов.

В первой главе предоставлен обзор способов производства древесной стружки, изучены условия эксплуатации стружечных станков, выявлены причины их отказов и закономерности влияния состояния и износа деталей оборудования на показатели качества вырабатываемой стружки. Рассмотрены перспективные технологии повышения работоспособности деталей стружечных станков. Проведен анализ работ в области повышения надежности деревоперерабатывающего оборудования, выполненных: Амалицким В.В., Алексеевым А.Е., Воскресенским С.А., Демьяновским К.И., Зотовым Г.А., Ивановским В.П., Моисеевым А.В., Памфиловым Е.А., Прокофьевым Г.Ф., Пыриковым П.Г.; в части обеспечения эксплуатационных показателей качества деталей: Белым В.А., Горячевой И.Г., Безьязычным В.Ф., Гаркуновым Д.Н., Горленко О.А., Дальским А.М., Крагельским И.В., Рыжовым Э.В., Сусловым А.Г., Сорокиным Г.М., Хрущовым М.М., Чичинадзе А.В. и другими учеными.

Установлено, что изнашивание деталей узла резания стружечных станков происходит при динамическом нагружении в широких температурных диапазонах и сопровождается действием абразивных и химически активных сред. Характерные виды износа деталей представлены на рисунке 1.

В главе показано, что недостаточная износостойкость деталей узла резания стружечных станков обусловлена неудовлетворительным уровнем физико-химических характеристик используемых материалов, а повышение их износостойкости может быть достигнуто за счет целесообразного применения эффективных технологических методов создания износостойких слоев.

В работе также выявлено, что по мере увеличения износа рассматриваемых деталей стружечного станка возрастает доля выработки некондиционной продукции по причине увеличения толщины и проявления значительной разнотолщинности производимой древесной стружки, а также наблюдаемого продольного ее расщепления на отдельные фрагменты.



а - ножевой вал; *б* - клин; *в* - прижимная планка; *г* - ножедержатель.

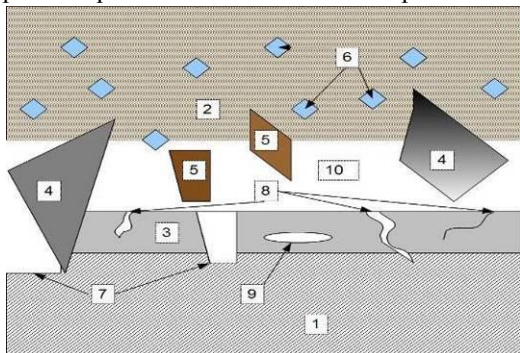
Рисунок 1 – Характер изнашивания деталей стружечного станка ДС-8

Вторая глава посвящена теоретическому исследованию причин снижения качества получаемой стружки при увеличении износа деталей стружечного станка, особенностей протекания их изнашивания, а также выявлению возможностей создания благоприятных уровней химического и структурно-фазового состава поверхностных слоев изнашиваемых деталей и обоснованию технологических путей повышения их износостойкости.

Теоретическое обоснование возможностей повышения качества стружки показало, что основной причиной получения некондиционной стружки является неравномерность распределения износа ножевого вала по его длине. Это способствует возникновению различий между толщинами формируемой стружки в зависимости от зоны вала, в которой она формируется. При этом стружка повышенной толщины образуется в местах, где износ вала наибольший. Изложенное, приводит и к увеличению разброса размеров толщин стружек, возрастающего по мере увеличения износа ножевого вала. При срезании же стружки повышенной толщины начинают наблюдаться ее надломы и даже раскалывание ее на отдельные фрагменты. Причиной такого явления может являться изменяющийся механизм стружкообразования, в процессе чего начинает значительную роль играть факторы, способ-

ствующие образованию при переработке древесины стружки надлома, имеющей пониженную длину.

Исходя из такой картины износа, можно полагать, что повышения стабильности толщин получаемой стружки можно достигнуть, обеспечив при эксплуатации стружечных станков повышенную износостойкость и более равномерный износ вала по его ширине.



1 – исходный металл детали (сталь 40Х); 2 – древесное сырье; 3 – слой оксидов; 4 – внешние частицы абразива; 5 – диспергированные металлические частицы; 6 – естественные минеральные частицы древесины; 7 – ювенильная поверхность металла; 8 – области очагов коррозии; 9 – зоны образования молекулярного водорода, 10 – внешняя среда.

Рисунок 2 - Схема фрикционного контактирования функциональных поверхностей деталей узла резания и перерабатываемой древесины.

на тем, что при повышенных давлениях и температурах в зоне фрикционного взаимодействия с металлом древесина подвержена разложению, продукты которого способствуют формированию на контактирующих поверхностях слоев из образовавшихся при трибодеструкции древесины химических соединений. Наибольшее воздействие на интенсивность и характер изнашивания оказывают карбоновые кислоты, вода и полифенольные соединения. Кроме этого, возможно протекание явлений наводороживания и обезуглероживания поверхностных слоев, накопление и разрядка трибозарядов, возникновение микрогальванических пар между структурными составляющими изнашиваемого материала.

Для решения этих задач процесс изнашивания рассматриваемых деталей был представлен как совокупность механического разрушения и коррозионных процессов с параллельно текущей газификацией поверхностных слоев (рисунок 2). При этом полагалось, что при таком механизме изнашивания неизбежно проявляется эффект совместного влияния (синергизм) механических и химических явлений, в результате чего полный износ T не является простой суммой результатов механического изнашивания и химического разрушения, а представляет собой сложный процесс, в котором коррозионный и механический факторы взаимосвязаны:

$$T = W_0 + C_0 + S .$$

Химическая составляющая износа C_0 обусловле-

Механическая компонента изнашивания деталей W_0 представляет собой сочетание усталостного и абразивного механизмов. Абразивная составляющая износа обусловлена попаданием в зону контакта частиц из окружающей среды и диспергированных частиц износа металлических деталей. Кроме того, свой вклад вносят естественные минеральные компоненты древесины.

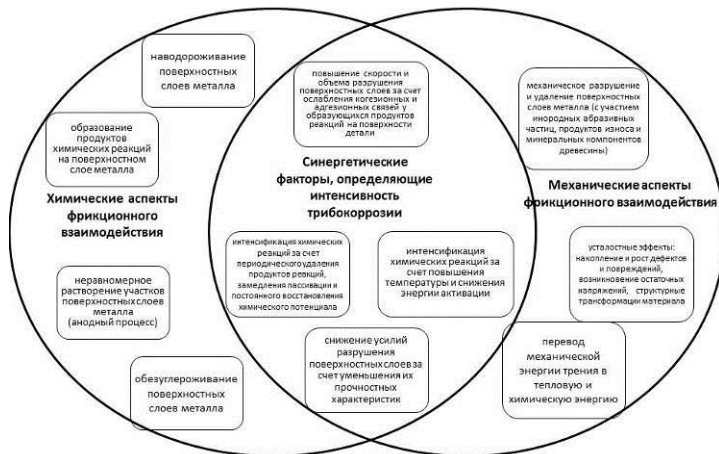


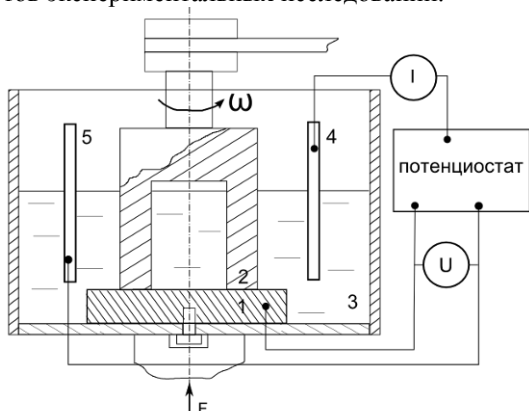
Рисунок 3 – Совокупность и взаимосвязь факторов, определяющих механизм и интенсивность изнашивания деталей стружечных станков

Синергетическая компонента износа S определяется взаимодействием механических и химических факторов и состоит из вызванного коррозией механического износа S_{cw} и вызванного изнашиванием химического износа S_{wc} . Уточненные нами синергетические факторы, определяющие механизм и интенсивность протекания коррозионно-механического изнашивания в узлах трения стружечных станков, представлены на рисунке 3.

На основе анализа возможных методов формирования благоприятных уровней рассматриваемых свойств предложена дуговая наплавка электродами с внутренней защитой. Выявлен перспективный наплавочный материал, содержащий 0,1-0,2% углерода и 12-14% хрома и обеспечивающий получение в наплавленном слое аустенитно-мартенистной структуры с равномерно распределенными в ней карбидами хрома типа Cr_7C_3 . Предложено на поверхности наплавленного слоя создание защитно-прирабочного слоя путем электроискрового легирования на глубину 0,2-0,3 мм и нанесения медного покрытия толщиной 0,1-0,2 мм.

В третьей главе описаны методики исследований физико-химических процессов, протекающих на фрикционном контакте «сталь-древесина» и выявление закономерностей влияния условий выполнения упрочняющей обработки на износостойкость деталей узлов.

Для проведения физико-химических исследований была принята схема, приведенная на рисунке 4. Для ее реализации была разработана экспериментальная установка, включающая: трехэлектродную трибоэлектрохимическую ячейку; цифровой потенциостат IPC-Pro, контролирующий напряжение на ячейке и измеряющий протекающий в ячейке ток; программное обеспечение для управления потенциостатом, обработки и регистрации результатов экспериментальных исследований.



1 - образец (рабочий электрод); 2 - контрольный образец; 3 - электролит; 4 - вспомогательный электрод (противоэлектрод, контрэлектрод); 5 – электрод сравнения
Рисунок 4 - Схема исследования коррозионно-механического изнашивания пары трения “сталь-древесина”

с собой диски из древесины диаметром 115-125 мм и толщиной 20-25 мм.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований, позволяющие установить закономерности протекания процесса коррозионно-механического изнашивания и выявить роль механической, химической и синергетической составляющих в формировании величины износа при трении по древесине сталей, относящихся к разным структурным группам: мартенситной (сталь 40X после закалки и низкотемпературного отпуска), ферритно-перлитной (сталь 40X после улучшения), ферритной (Сталь 10 после нормализации), аустенитной (сталь 12X18Н10Т в состоянии поставки) и перлитной (У8 после отжига) Эти обобщенные данные представлены в сводной таблице 1.

В результате обработки экспериментальных данных была построена гистограмма составляющих износа для исследуемых образцов (рисунок 5).

В процессе исследований определялись доли механической и химической составляющих в общей величине износа.

В основу второго цикла исследований была положена методика исследования изнашивания возобновляемой жидкостно-абразивной суспензией по стандарту РД 50-339-82. Используемая суспензия состояла из электролитической жидкости и абразивных частиц. Образцы для испытаний представляли собой наплавленные различными видами электродов пластины из стали 40X. Контрольные образцы представляли собой

Таблица 1 - Значения составляющих износа образцов исследуемых сталей

Материал образца	Составляющие износа, мг							Безразмерные величины	
	T	W ₀	C ₀	C _w	S	S _{сw}	S _{сwс}	Y	Z
40X(закалка)	65,6	23,6	26,2	29,3	15,8	12,7	3,1	1,12	1,53
40X(улучшение)	98	33,4	18,6	27,36	46	8,76	37,24	1,47	1,26
Сталь10	179,8	48,6	71,8	104,6	59,4	26,6	32,8	1,45	1,54
12X18N10T	31,6	16,1	6,4	7	9,1	8,5	0,6	1,09	1,52
У8	46,6	20	14	14,9	12,6	11,7	0,9	1,06	1,58

C_w - потеря массы образца в результате воздействия электрохимической коррозии в условиях коррозионно-механического изнашивания; Y - относительный прирост потери материала из-за коррозии; Z - относительный прирост механического износа.

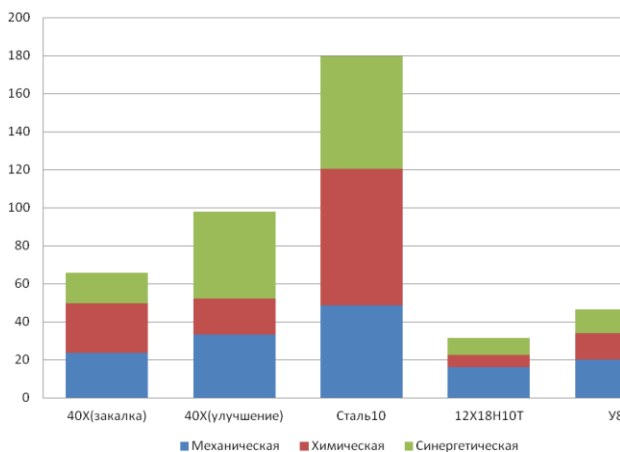


Рисунок 5 - Соотношения составляющих износа для исследуемых образцов, мг

Как видно из представленных данных, химическая составляющая износа для различных сталей имеет долю от 20% до 41%, механическая – от 28% до 50%, синергетическая – от 19% до 32% от совокупного износа образцов.

Наилучшие показатели износостойкости в рассмотренных условиях коррозионно-механического изнашивания были получены для стали 12Х18Н10Т. Согласно приведенным данным можно полагать, что для рассматриваемых условий эксплуатации минимизацию износа может обеспечить материал с повышенными показателями прочности и твердости в сочетании с высокой пластичностью и коррозионной стойкостью. Такими характеристиками обладает легированные стали (такие как сталь 12Х18Н10Т), имеющие аустенитно-мартенситную структуру с равномерно распределенными в ней карбидами. Однако применение этой стали как для изготовления деталей, так и для нанесения покрытий во многих случаях экономически и технологически нецелесообразно.

Таким путем подтверждена целесообразность использования износостойких материалов с указанной структурой, получаемой путем наплавки. Для уточнения перспективных материалов нами выполнялись исследования изнашивания различных наплавочных материалов, обладающих различными структурами для повышения износостойкости деталей ножевых валов стружечных станков (рисунок 6).

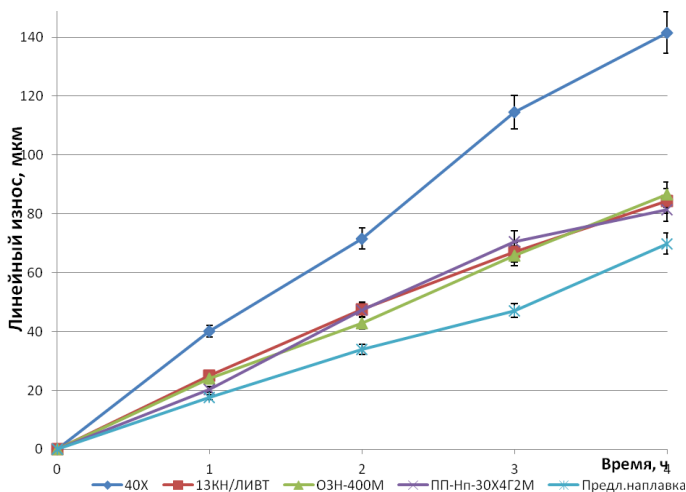


Рисунок 6 - Зависимости износа образцов от времени испытаний в условиях трения в абразивно-кислотной суспензии.

Согласно экспериментальным данным величина износа образцов, упрочненных в соответствии с рекомендациями настоящей работы, меньше величины износа образцов, напавленным другими исследуемыми электродами, в 1.4-1.7 раза. Дополнительный положительный эффект достигается при выполнении электроискрового легирования функциональных поверхностей электродами, имеющими в своем составе карбиды вольфрама и титана, а

также нанесения после электроискрового упрочнения защитного медного слоя.

В пятой главе представлены результаты промышленной апробации предложенных в работе технологических рекомендаций и определена ее технико-экономическая эффективность. Натурные испытания проводились в условиях деревообрабатывающего производства ООО «Дятково-ДОЗ». Для чего упрочненные и серийные ножевые валы устанавливались в стружечные станки ДС-8 и подвергались подконтрольной эксплуатации.

Долговечность ножевых валов определялась по продолжительности работы до достижения предельно допустимого износа, установленного ОТК предприятия на основании собранных данных по качеству вырабатываемой стружки. В качестве основного параметра качества использовалась толщина древесной стружки. Стружка считалась некондиционной при превышении максимально допустимой толщины.

В процессе эксплуатации стружечных станков было установлено, что срок службы серийных ножевых валов в среднем составляет 2 года, упрочненных ножевых валов - 5 лет. Таким образом, достигнуто повышение износостойкости опытных образцов по сравнению с серийными в 2,5 раза, что подтверждено актами производственных испытаний.

Исходя из имеющихся данных был рассчитан экономический эффект от внедрения выполненной работы, который составил более 646 тысяч рублей на один упрочненный ножевой вал.

В приложении к работе приводятся акты внедрения, подтверждающие практическое использование основных результатов работы в промышленности.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Показано, что основной причиной выхода из строя оборудования для производства древесной стружки является предельный износ деталей узла резания и, в первую очередь ножевого вала, приводящий к изготовлению стружки не соответствующей техническим требованиям и возникновению недопустимых вибраций технологической системы станка.

2. Установлены закономерности влияния износа ножевого вала стружечного станка на толщину формируемой стружки, показано, что стружка нестабильной и повышенной толщины, а также уменьшенной ширины, вплоть до игольчатой, образуется вследствие затрудненного процесса стружкообразования.

3. Выявлено, что изнашивание деталей стружечных станков протекает по коррозионно-механическому механизму и заключается в повторяющихся актах образования и удаления их из зоны фрикционного контактирования материала поверхностных слоев.

4. Выявлены и систематизированы химические процессы, приводящие к изнашиванию деталей вследствие электрохимической коррозии, обезуглероживания и наводороживания поверхностных слоев, показано, что механи-

ческая составляющая процесса изнашивания представляет собой сочетание усталостного и абразивного механизмов и обусловлена микродефектами и высоким уровнем остаточных напряжений.

5. Установлен синергизм механических и химических явлений при изнашивании деталей, выявлены синергетические факторы, определяющие интенсивность протекания коррозионно-механического изнашивания.

6. Разработана комплексная методика экспериментальных исследований изнашивания древесно-металлических пар трения и определения влияния состояния материалов на их износостойкость.

7. Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что сопротивляемость коррозионно-механическому изнашиванию определяется химическим составом и структурой материала, при этом наибольшей износостойкостью обладают материалы, имеющие аустенитно - мартенситную матрицу, упрочненную дисперсной карбидной фазой, имеющие повышенную прочность ($\sigma_B - 520...570$ МПа) и твердость (HRC – 42...46) в сочетании с высокой пластичностью и коррозионностойкостью.

8. Экспериментально подтверждена перспективность использования для повышения износостойкости деталей узла резания стружечных станков наплавочного материала, содержащего 0,1-0,2% углерода и 12-14% хрома и обеспечивающего получение в наплавленном слое аустенитно-мартенситной структуры с равномерно распределенными в ней карбидами хрома типа Cr₇C₃.

9. Выработаны и внедрены в производство на ООО «Дятьково-ДОЗ» практические рекомендации, обеспечивающие повышение качества древесной стружки за счет стабилизации значений её толщины, и увеличение долговечности стружечных станков ДС-8 в 2,4-2,5 раза по сравнению с серийными образцами, а также достижение годового экономического эффекта, превышающего 646 тысяч рублей.

11. Результаты теоретических и экспериментальных исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах по перечню ВАК Минобрнауки России

1. Памфилов, Е. А. Модель механохимического разрушения деталей оборудования для производства технологической стружки [Текст] / Е. А. Памфилов, С. В. Лукашов, Я. С. Прозоров // Лесной журнал. – Архангельск, 2012. –Номер 5. – с. 108-116.

2. Прозоров, Я. С. Повышение износостойкости деталей оборудования для производства древесных композиционных материалов [Текст] / Я. С. Прозоров, Е. А. Памфилов, С. С. Грядун // Изв. Самарского научного центра РАН. – Самара, 2011. – Том 13.- Выпуск 4(3). – с. 842-846.

3. Памфилов, Е. А. Изнашивание деталей из железоуглеродистых сплавов при фрикционном контакте с древесиной [Текст] / Я. С. Прозоров, Е. А. Памфилов // Системы. Методы. Технологии. – Братск, 2012. – Номер 1(13). – с. 49-53.

4. Памфилов, Е. А. К вопросу моделирования коррозионно-механического изнашивания [Текст] / Е. А. Памфилов, Я. С. Прозоров // Трение и износ. – Минск, 2012. – Том 33.- Номер 3. – с. 288-297.

5. Памфилов, Е. А. Особенности изнашивания железоуглеродистых сплавов при фрикционном контактировании с древесиной [Текст] / Е. А. Памфилов, С. В. Лукашов, Я. С. Прозоров // Трение и смазка в машинах и механизмах. – М., 2012. –Номер 6. – с. 3-9.

6. Pamfilov, E. A. Mechanochemical Fracture of the Components of Wood-Cutting Equipment [Текст] / E. A. Pamfilov, S. V. Lukashov, Ya. S. Prozorov // Materials Science. – 2014, Vol. 50.– No 1.– pp. 148-155.

7. Памфилов, Е. А. Современные методы исследования коррозионно-механического изнашивания [Текст] / Е. А. Памфилов, Я. С. Прозоров, С. В. Кузнецов, С. В. Лукашов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара, 2015. – Том 17.- № 1. – с. 146-149.

В других изданиях

8. Прозоров, Я. С. Особенности водородного изнашивания деревообрабатывающего оборудования [Текст] / Я. С. Прозоров // Новые материалы и технологии в машиностроении: сб. науч. тр. – Брянск, 2011. – Вып.14. – с. 98-105.

9. Памфилов, Е. А. Особенности изнашивания поверхностей рабочих органов тяжелых деревоперерабатывающих станков [Текст] / Е. А. Памфилов, Я. С. Прозоров // Физика, химия и механика трибосистем: сб. науч. тр. - Иваново : Иван. гос. ун-т, 2010. - Вып.9. - с. 110- 114.

10. Прозоров, Я. С. Обоснование структурно-фазового состава функциональных поверхностей ножевых валов стружечных станков [Текст] / Я. С. Прозоров // Сборник материалов VIII конференции «Физико - химия и технология неорганических материалов» – М:ИМЕТ РАН, 20 11, – с. 210- 212.

11. Памфилов, Е. А. Повышение износостойкости ножевых валов стружечных станков [Текст] / Е. А. Памфилов, Я. С. Прозоров // Материалы I Международной научно-технической конференции “Энергетика и энергоэффективность в условиях геостратегического развития и освоения Арктического региона” - Сборник материалов. – Архангельск: САФУ, 2011. — Вып.1.- с 253 -257.

12. Памфилов, Е. А. Оптимизация составов наплавочных материалов для повышения работоспособности узлов трения деревообрабатывающего оборудования [Текст] / Е. А. Памфилов, С. С. Грядун, С. В. Лукашов, Я. С. Прозоров // Сборник научных трудов «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика» по материалам международной

научно-технической конференции «Механика технологических процессов в лесном комплексе», Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2014. — № 2 ч.2 (7-2) – с. 238-243.

13. Памфилов, Е. А. Оптимизация составов наплавочных материалов для повышения работоспособности древесно-металлических пар трения [Текст] / Е. А. Памфилов, Я. С. Прозоров, А. В. Шпаков // Материалы всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Научные исследования молодых ученых для целей развития инновационных технологических платформ». – М.: Дело и Сервис, 2014. – с. 275-280.

14. Памфилов, Е. А. Технология упрочнения деталей оборудования для производства древесной стружки [Текст] / Е. А. Памфилов, Я. С. Прозоров // Промышленный салон. Ремонт. Восстановление. Реновация. Материалы V Международной научно-практической конференции. –Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – с. 190- 194.

15. Прозоров Я. С. Разработка композиционных покрытий для узлов трения оборудования для производства стружки [Текст] /Я. С. Прозоров // Сборник научных трудов «Актуальные направления научных исследований 21 века: теория и практика» по материалам международной заочной научно-практической конференции, Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2014. — № 3 ч.2 (8-2) – с. 407-411.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с указанием фамилии, имени, отчества, почтового адреса, адреса электронной почты, наименования организации, должности, шифра и наименования научной специальности в соответствии с номенклатурой, по которой защищена диссертация, лица, составившего отзыв, подписанные и заверенные печатью, просим направлять по адресу: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17, САФУ имени М.В. Ломоносова, диссертационный совет Д 212.008.01, e-mail: a.zemtsovsky@narfu.ru

Прозоров Ярослав Сергеевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ НА ОСНОВЕ УВЕЛИЧЕНИЯ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Лицензия ИД № 04185 от 06.03.2014 г. Формат 60×90 1/16. Объем 1,0 п.л.
Брянский государственный инженерно-технологический университет
241037, г. Брянск, пр-т Станке Димитрова, 3.
Отпечатано в редакционно-издательском отделе БГИТУ.
Подписано к печати г. Тираж 100 экз.