

A
551

Электронный архив УГЛТУ

На правах рукописи

БЕРСТЕНЁВ Андрей Владимирович

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМОГО ПНЕВМОГИДРОПРИВОДА КОРОСНИМАТЕЛЯ РОТОРНЫХ ОКОРОЧНЫХ СТАНКОВ

05.21.01 - Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург - 2012

Электронный архив УГЛТУ

Работа выполнена на кафедре сервиса и эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент
Гобэдинский Владимир Викторович;

Официальные оппоненты: Ковалев Рудольф Николаевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», заведующий кафедрой экономики транспорта и логистики;

Голенищев Александр Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ООС «Уральский научно-исследовательский институт лесной промышленности», заместитель директора по научной работе.

Ведущая организация – ОАО «Уральский научно-исследовательский институт переработки древесины» (г. Екатеринбург)

Защита диссертации состоится 13 сентября 2012 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.02 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (620 100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37), к. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Автореферат разослан «10» августа 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук



Куцубина Н.В.

Электронный архив УГЛТУ³

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На сегодня в лесной промышленности общеизвестно, что комплексная переработка древесного сырья невозможна без окорки лесоматериалов, так как все сортименты, за исключением дров, должны окориваться перед дальнейшим использованием. В технологических процессах лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей для индивидуальной окорки лесоматериалов используются роторные окорочные станки (РОС).

Процесс совершенствования таких станков еще в 80-х годах законодательно получал поддержку на государственном уровне, и принимались различные мероприятия, предусматривающие коренную переработку конструкции всего станка с внедрением гидропривода его рабочих органов. Совершенно очевидно, что преимущества гидро- или пневмопривода наиболее полно реализуются с системами автоматического управления (САУ).

Тенденция перехода на гидропривод механизма подачи, а также использование пневмопривода достаточно четко проявилась в зарубежных конструкциях, где они применяются, в основном, для механизма подачи, выполнения вспомогательных движений, но использование такого типа привода для короснимателя из-за необходимости применения систем автоматического управления, сложности технологического процесса, конструкции ротора в полной мере пока не было реализовано.

В результате задача совершенствования механизма режущего инструмента (МРИ) в этом направлении остается нерешенной, а производители окорочного оборудования производят автоматизацию отдельных узлов механизмов окорочного станка, принципиально не изменяющую конструкцию и эффективность работы станка.

Ряд ведущих производителей в мире освоил выпуск окорочных станков с пневмо-, гидроприводом и дистанционным управлением некоторых механизмов. В результате научно-практическое направление, которое в России еще к концу 80-х годов было обосновано теоретически и достаточно успешно начато, получило дальнейшее развитие в зарубежной практике.

В настоящее время на отечественном рынке появилось современное оборудование, комплектующие элементы, необходимые для создания автоматизированных станков. Однако отсутствие теоретических разработок, посвященных вопросам проектирования таких конструкций, не позволяет в полной мере реализовать достижения прогресса.

Таким образом, разработка конструкций гидро-, пневмоприводов, а также методов и систем управления рабочими органами окорочных станков позволяет решить важную практическую задачу и является актуальной.

Целью работы являлось повышение надежности, производительности роторных окорочных станков путем применения автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя.

Научная библиотека
УГЛТУ
г. Волгоград

Электронный архив УГЛТУ

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

- изучить конструктивные решения механизмов, работ, посвященных совершенствованию РОС, определить наиболее перспективную конструкцию и основные элементы гидропривода для применения с системой автоматического управления короснимателя;
 - разработать принципиальную схему и математическую модель пневмогидропривода короснимателя;
 - разработать имитационную модель пневмогидропривода в развитой компьютерной системе математического моделирования;
 - определить метод управления, разработать структурную и математическую модель САУ пневмогидропривода короснимателя;
 - разработать имитационную модель САУ в компьютерной системе математического моделирования;
 - разработать модель микропрофиля поверхности лесоматериала для численного эксперимента с реальными данными по процессу окорки и выполнить проверку адекватности модели автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя;
 - выполнить анализ модели САУ на устойчивость при работе короснимателя с предложенным пневмогидроприводом;
 - разработать алгоритм программного комплекса проектирования автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя;
 - обеспечить внедрение результатов исследований в практику;
 - оценить экономический эффект от внедрения результатов исследований в производство и проектно-конструкторскую практику.
- Объект исследований.** Конструкция механизма режущего инструмента роторных окорочных станков.

Предмет исследований. Закономерности автоматического управления пневмогидропривода короснимателя в процессе окорки.

Научная новизна. Впервые разработаны математические модели пневмогидропривода и системы автоматического управления короснимателя станка, необходимые для определения параметров конструкции МПИ. Предложена имитационная модель пневмогидропривода с САУ в среде Simulink приложения MatLab. Новой является методика проектирования механизма режущего инструмента с системой автоматического управления пневмогидроприводом.

На защиту выносятся следующие результаты:

- математическая модель пневмогидропривода короснимателя и ее реализация в виде имитационной модели в системе MatLab, необходимые для определения параметров МПИ;
- математическая модель системы автоматического управления пневмогидропривода короснимателем и ее реализация в виде имитационной модели в среде MatLab, предназначенные для определения основных параметров САУ;

Электронный ⁵ архив УГЛТУ

– параметры конструкции автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя;

– методика проектирования автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя.

Достоверность результатов. Обоснованность результатов определяется экспериментальными данными, корректным использованием современных методов исследования, накопленным опытом работы по автоматизации и моделированию работы пневмогидропривода, непротиворечивостью и воспроизводимостью результатов, полученных теоретическим путем, а также проведением оценки адекватности разработанных моделей, использования экспериментальных данных для расчетов и сопоставлений результатов. Полученные алгоритмы реализованы на компьютере и апробированы в виде вычислительных экспериментов.

Практическая ценность работы и ее реализация

По результатам исследований разработано конструктивное решение МРИ с пневмогидроприводом.

Результаты исследований представлены в виде рекомендаций, математических, имитационных моделей, методики расчета, компьютерных программ, позволяющих решать задачи проектирования пневмогидропривода короснимателя с системой автоматического управления.

Полученные результаты и разработанные рекомендации были приняты для использования в практике создания лесных машин ОАО «Лесмаш» (г. Екатеринбург), ОАО «УралНИИДРЕВ» (г. Екатеринбург).

Положения диссертационной работы используются в учебном процессе УГЛТУ при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Реализация рекомендаций и внедрение станка с параметрами механизма резания, принятыми по результатам исследований, позволит получить эффект до 7,3 млн. руб. на станок в год.

Апробация работы.

Основные научные положения и результаты исследований были представлены в виде докладов и сообщений на конференциях:

- международных: «Деревособработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века». – Екатеринбург УГЛТУ, 2006;

- всероссийских: «Материалы II Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов». – Екатеринбург, УГЛТУ, 2006;

- областных: «Системы управления ракетных комплексов. III научн.-техн. конф. молодых специалистов НПОА». - Екатеринбург, Федеральное агентство ФГУП «НПО автоматика им. академика Н.А. Семихатова», 2006.

Результаты исследований докладывались на кафедрах сервиса и эксплуатации транспортных и технологических машин, технологии и оборудования лесной промышленности Уральского государственного лесотехнического университета, на заседании секции Фе-

Электронный архив УГЛТУ

дирекции государственного аэрокосмического агентства им. академика Н.А. Семихатова ФГУП НПО «Автоматика», (г. Екатеринбург).

Опубликованность результатов. По результатам исследований опубликовано 10 печатных работ, в том числе 4 печатные работы в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, общей характеристики, 6 глав, основных выводов и рекомендаций, списка использованных источников, включающих 105 наименований, приложения. Содержание работы изложено на 187 страницах, включая 84 рисунка, 8 таблиц. Приложение изложено на 60 страницах и включает результаты аналитического обзора конструкций станков, справочные материалы, результаты расчетов экономического эффекта, акты внедрения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены основные положения диссертационной работы, обоснована актуальность исследований, дана краткая аннотация работы.

В первой главе выполнен анализ состояния проблемы, изучены конструкции РОС, известные в мировой практике, выявлены тенденции их совершенствования, наиболее значимыми из которых являются применение пневмо- и/или гидропривода и систем автоматического управления. На основе анализа и с учетом мировой практики установлено, что одним из самых перспективных конструктивных решений является РОС с двухвальцовым механизмом подачи по типу «VK». Учитывая, что по такому конструктивному типу к 80-м годам в СССР была создана унифицированная гамма станков, в настоящих исследованиях для дальнейшего развития принимается конструкция с двухвальцовым механизмом подачи.

В развитие технологий окорки, совершенствование роторных станков, инструментов значительный вклад внесли исследования профессоров, докторов техн. наук С.П. Бойкова, М.Н. Симонова, Г.И. Торговникова, А.М. Газизова, кандидатов техн. наук А.А. Добрачева, А.В. Мехренцева, В.А. Мехренцева, Н.Ф. Пигильдина, В.А. Кацадзе, Л.Н. Ганжуры, В.В. Побединского, А.Н. Некрасова и других ученых. Обзор показал, что попытки обеспечить управление короснимателем, использовать гидропривод в РОС встречались еще до создания унифицированной гаммы. Так, учеными УЛТИ Добрачевым А.А., Азаренком В.А., Мехренцевым В.А. был внедрен опытный образец станка с дистанционным механического типа управлением короснимателя. Известная конструкция станка ОК-36 была оснащена гидрофицированным ротором. Проф., д-ром техн. наук Симсоновым М.Н. в 80-х годах был обоснован переход на гидропривод и создание новой гаммы РОС, а канд. техн. наук Побединским Е.В. были обоснованы параметры ме-

Электронный архив УГЛТУ

ханизма подачи таких станков и предложена система телеметрии для обмена информацией с оборудованием, расположенным в роторе. На сегодняшний день во многих моделях зарубежного выпуска используется воздухонепроницаемый ротор, пневмо- и гидропривод прижима короснимателя, прижима вальцов механизма подачи. Однако, несмотря на определенный прогресс, автоматически управляемый коросниматель еще не создан. В российской и зарубежной печати отсутствуют работы, посвященные автоматическому управлению рабочими органами окорочного станка, а также непосредственному применению пневмогидропривода в РОС.

На основании анализа состояния вопроса выявлены тенденции в развитии РОС, обоснована актуальность темы, определена цель и сформулированы задачи исследований.

Вторая глава посвящена разработке конструктивного решения пневмогидропривода МРИ, расчетная кинематическая схема которого изображена на рисунке 1,а. Особенностью такого решения является введение упругого элемента 3 (пневмоэлемента), выполняющего функцию первоначально заданного прижима инструмента и одновременно датчика изменения положения штока, что эквивалентно изменению усилия прижима. Другой особенностью является включение в кинематическую схему рычага передачи усилия 4, который позволяет выбрать оптимальные соотношения усилий и быстродействия гидропривода, а также обеспечить конструктивную компоновку привода в ограниченном пространстве ротора.

Для теоретических исследований в качестве научного метода использован метод моделирования. В результате разработан алгоритм моделирования процесса окорки автоматически управляемым пневмогидроприводом, его математическое описание и предложена реализация алгоритма в виде имитационной модели в среде Simulink приложения MatLab. Структурная схема автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя приведена на рисунке 1,б.

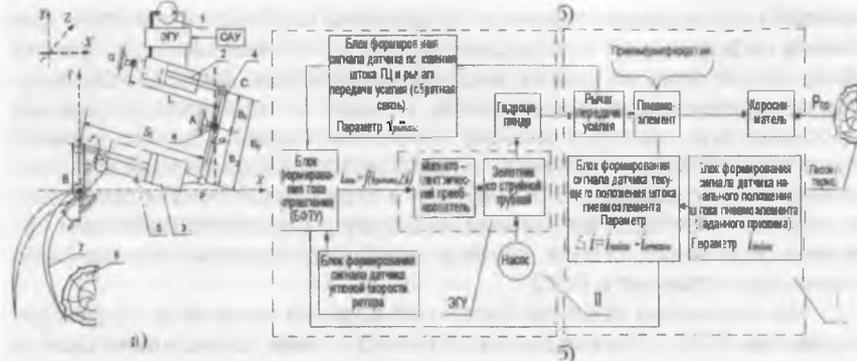
В модели гидропривода учитываются различные нелинейности (люфты, дисбаланс, запаздывание, «паразитные» объемы) и позволяют достаточно точно исследовать процесс окорки лесоматериалов. Математическая модель реализована в виде имитационной модели для численного решения в среде визуального моделирования Simulink приложения MatLab.

Третья глава посвящена разработке САУ пневмогидропривода короснимателя. Структура обобщенной модели гидропривода приведена на рисунке 2, а на рисунке 3 изображены элементы модели САУ.

В модели было предусмотрено 22 варьируемых параметра, оптимизация которых выполнялись на трех этапах:

- 1) при разработке исполнительной части пневмогидропривода;
- 2) при разработке САУ для пневмогидропривода;
- 3) при определении параметров передаточной функции САУ.

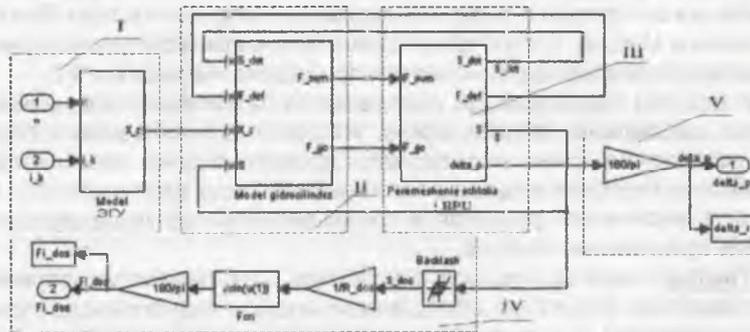
Электронный архив УГЛТУ



а) - расчетная кинематическая схема; б) - структурная схема; I- модель объекта управления; II- модель гидропривода короснимателя; ЭГУ- электрогидравлический усилитель; САУ- система автоматического управления; МЭП - магнитоэлектрический преобразователь; 1 - гидравлический насос; 2 - гидроцилиндр; 3 - пневматический элемент; 4 - рычаг передачи усилия; 5 - датчик положения поршня пневмоэлемента; 6 - датчик угла поворота рычага передачи усилия; 7- коросниматель; 8- лесоматериал

Рисунок 1- Коросниматель с пневмогидроприводом

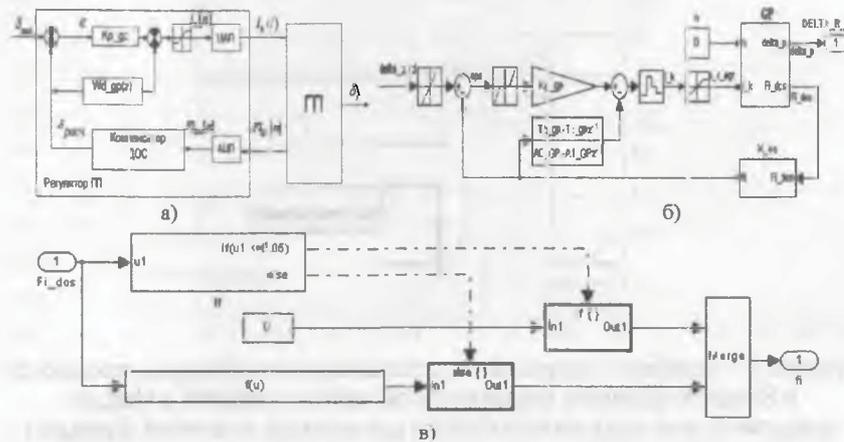
Процедура оптимизации методом координатного спуска повторялась на каждом этапе разработки модели стандартными средствами MatLab, реализуя многопараметрическую (список параметров приведен в таблице) оптимизацию. На каждом этапе в качестве ограничений принимались оптимальные значения параметров, найденные на предыдущем этапе, поэтому в полном цикле выполнялся алгоритм поэтапной оптимизации параметров модели.



I – подсистема «Модель ЭГУ»; II – подсистема «Модель гидроцилиндра»; III – подсистема «Перемещение штока и рычага» IV- подсистема «ДОС»; V – блок «Контроль перемещений объекта управления»

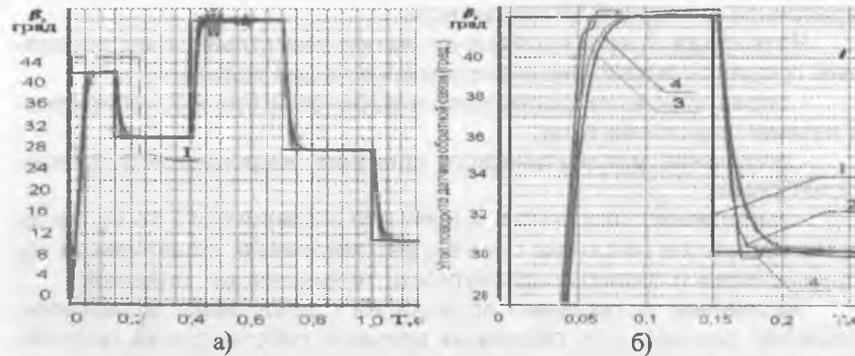
Рисунок 2–Структура обобщенной модели гидропривода в Simulink-формате

Электронный архив УГЛТУ



а) - структурная схема цифрового ПИД-регулятора ГП; б) - схема моделирования автоматического управления ГП; в) - схема модели компенсатора ДСС;
 Рисунок 3 – Элементы модели САУ пневмогидропривода корсснимателя в Simulink-формате

На первых двух этапах в среде Simulink получены значения, оптимальные по Парето. На последнем этапе выполнялась оптимизация параметров передаточной функции на переходных режимах (рисунки 4,6) по критериям качества управления с учётом противоречивости критериев и выработки компромисса между ними с использованием в MatLab процедуры «Signal Constraint».



а) – переходный процесс при обработке задающего сигнала верхней границы зоны регулирования; б) – фрагмент I рисунка а) – процесс отработки сигнала с максимальным градиентом в границах зоны регулирования; 1 – заданное воздействие; 2 – bed_load; 3 – bed; 4 – best; 5 – best_load

Рисунок 4- Переходные процессы в пневмогидроприводе корсснимателя

Электронный архив УГЛТУ

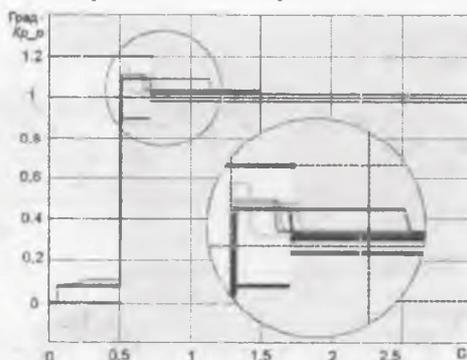


Рисунок 5 - Фрагмент результатов оптимизации переходных процессов в Simulink-формате (незатененной частью графика в MatLab предусмотрено выделение области допустимых значений функции)

Критериями качества управления принимались:

- максимальная величина перерегулирования, H ;
- время выхода на режим при заходе короснимателя на бревно, мс;
- время захода на сучок, мс.

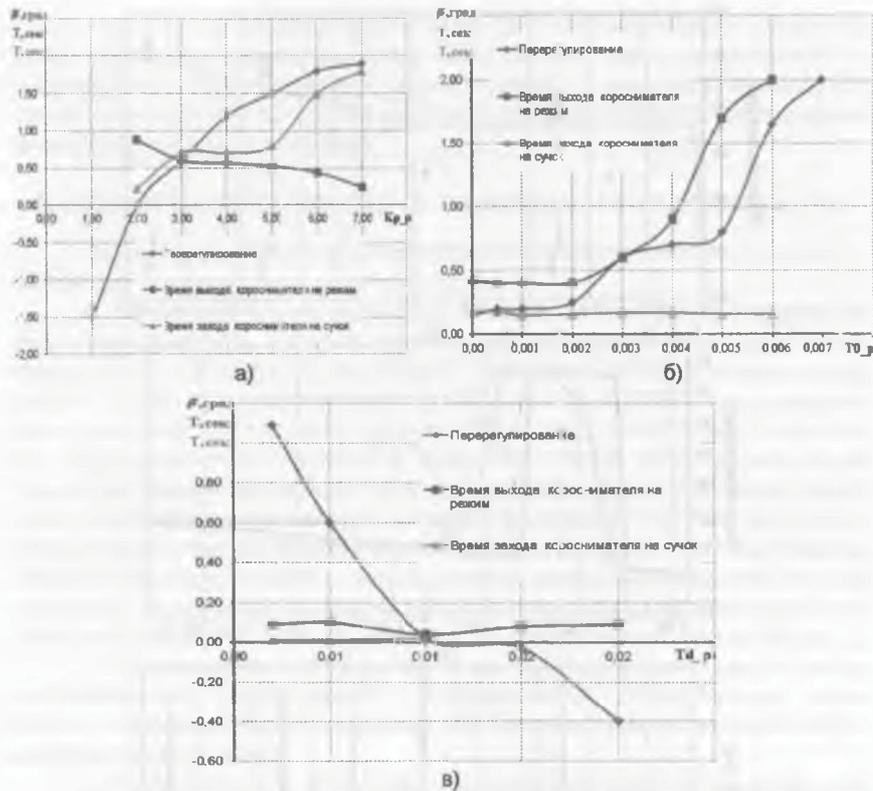
В этом случае представлялось целесообразным выработать обобщенный показатель эффективности, но специфика задачи позволила для поиска компромисса между критериями построить вначале соответствующие зависимости параметров качества управления (рисунок 6) и найти оптимальное значение коэффициентов передаточной функции САУ графически.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям процесса окорки, включающим следующие задачи:

- определение микропрофиля поверхности бревна, копируемого лезвием короснимателя;
- получение математического описания микропрофиля поверхности бревна;
- выполнение численного машинного эксперимента по исследованию процессов окорки на станке с автоматически управляемым короснимателем и проверка адекватности теоретических моделей.

Численный эксперимент проводился с реальными экспериментальными данными для различных режимов работы станка типоразмера ОК63. Процесс моделирования движения короснимателя при скорости подачи бревна $2,1 \text{ м/с}$ и вращения ротора 420 мин^{-1} по сучковатой поверхности лесоматериала толщиной 55 см изображен на рисунке 7.

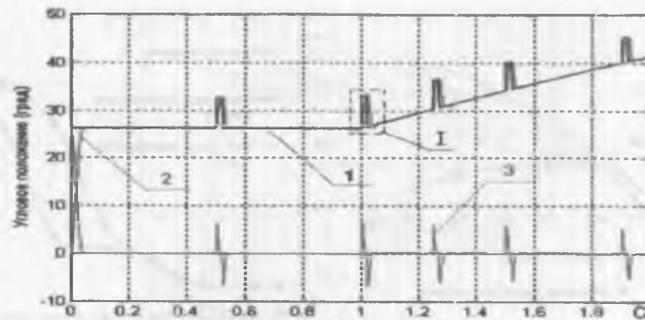
11 Электронный архив УГЛТУ



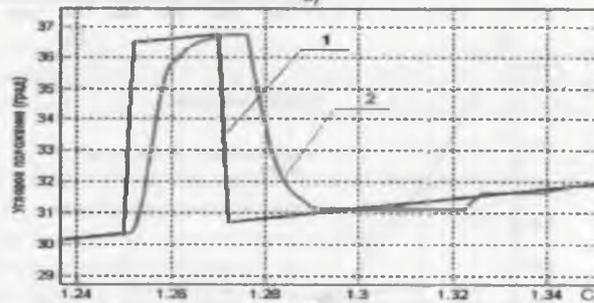
а) - от коэффициента пропорциональности (Kp_p); б) - от периода дискретизации ($T0_p$); в) - от коэффициента дифференциальной составляющей (Td_p).
Рисунок 6 - Зависимость параметров качества управления от коэффициентов передаточной функции

Пятая глава посвящена практическому применению результатов исследований и расчету экономического эффекта. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны методика и программный комплекс проектирования автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя. Применение программного комплекса обеспечивает сокращение сроков проектирования и доводки опытных образцов за счет развитых методов численных экспериментов на основе имитационных моделей, а также реализации технологии натурных экспериментов. При его использовании были рассчитаны основные параметры предложенной конструкции автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя РСС (таблица).

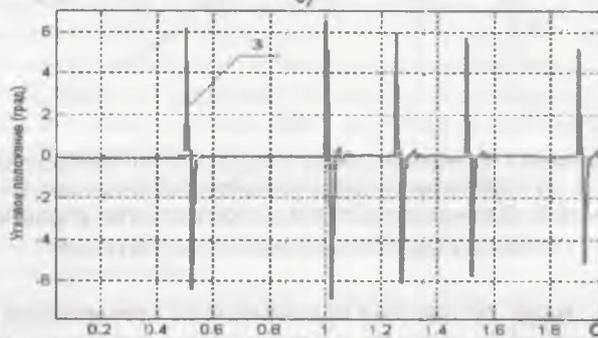
Электронный архив УГЛТУ¹²



а)



б)



в)

а) - угловое положение рычага передачи усилия при обработке сигнала управления; б) - фрагмент I рисунка а); в) - рассогласование задающего сигнала и сигнала отработки; 1 - задающий сигнал; 2 - сигнал отработки; 3 - рассогласование задающего сигнала и сигнала отработки

Рисунок 7 - Процесс копирования короснимателем поверхности сучка высотой 4 см

Экономический эффект от внедрения результатов исследований проявляется в двух направлениях:

- на стадии проектирования за счет сокращения сроков создания новых моделей станков, повышения качества разработки проектов;

- на стадии использования станков с автоматически управляемым короснимателем за счет повышения производительности, надежности, обусловленных исключением динамических нагрузок, технологичности и качества окорки короснимателем с дистанционным управлением прижимом.

6 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Проведенные исследования позволили получить следующие основные результаты и рекомендации.

1. На основании исследований показано, что самым перспективным направлением, которое обеспечило прогресс в совершенствовании роторных станков за последние два десятилетия, является внедрение систем автоматизированного управления рабочими органами, оснащенными, как правило, пневмо- и/или гидроприводом. В этой связи работы начатые ЦНИИМЭ в конце 80-х годов по созданию новой гаммы роторных окорочных станков с гидроприводом, отражают мировые тенденции, и на сегодня следует развивать это направление с применением систем автоматического управления, а современная элементная база пневмо-, гидропривода, микропроцессорной техники позволяет оснастить механизм режущего инструмента роторного окорочного станка приводом с системой автоматического управления.

2. Предложено конструктивное решение кинематической схемы автоматически управляемого короснимателя, позволяющее подобрать оптимальное соотношение быстродействия и силовых параметров гидропривода

3. Выявлено, что управление короснимателем с помощью гидропривода невозможно обеспечить на всех режимах, но введение в систему последовательно включенного упругого элемента, например пневматического позволяет обеспечить параметры управления для высокочастотного процесса окорки, силовых параметров гидропривода, а также наиболее рационально реализовать систему автоматического регулирования.

4. Предложенная математическая модель пневмогидропривода короснимателя и ее реализация в среде MatLab позволяют исследовать и проектировать такие механизмы для РОС.

5. Разработана САУ пневмогидропривода короснимателя на дискретном ПИД-регуляторе, представленная передаточной функцией вида:

$$W_{\delta} = \frac{Td_p - 1}{A0_p - A1_p} \frac{p \cdot z^{-1}}{p - z^{-1}}$$

со следующими оптимальными значениями коэффициентов:

- дифференциальной составляющей $Td_p = 0,01$;
- пропорциональности $Kp_p = 3$;
- периода дискретизации $Tc_p = 0,003$.

14 Электронный архив УГЛТУ

6. Установлено, что при работе станка с механизмом режущего инструмента, оснащенного САУ, обеспечивается исключение динамических нагрузок и повышение скорости подачи в сравнении с реальными данными 0,2-0,6 м/с в 3-5 раз. При максимальных режимах - вращении ротора 420 мин⁻¹, подаче до 2,1 м/с и толщине бревна 55 см - неточность регулирования составляет не более 12 %.

7. Для разработки САУ с пневмогидроприводом может применяться метод экспериментальных исследований, предложенный в работе. Экспериментальные исследования методом имитационного численного моделирования работы МРИ достаточно точно могут быть выполнены на экспериментальной модели лесоматериала. Для этих целей используются полученные в работе эмпирические уравнения в виде полиномов, описывающие микропрофиль поверхности лесоматериала, по которой движется коросниматель.

8. Для практического использования результатов исследований разработана методика и программный комплекс проектирования автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя. Разработка программного комплекса в среде Simulink приложения MatLab-7.13 позволяет реализовать технологию полунатурного эксперимента при доводке опытных образцов роторных окорочных станков.

9. Рекомендуемые параметры пневмогидропривода механизма короснимателя и системы автоматического управления, рассчитанные по результатам исследований, приведены в таблице.

Предлагаемые параметры автоматически управляемого пневмогидропривода короснимателя

Наименование параметра	Значение
1. Эффективная площадь бесштоковой полости ГЦ, м ²	11(±0,7)·10 ⁻⁴
2. Эффективная площадь штоковой полости ГЦ, м ²	9,5(±0,7)·10 ⁻⁴
3. Расстояние между упорами ГЦ (ход штока) м	15,9(±1,1)·10 ⁻²
4. Относительный командный ток насыщения мА	0,25(±0,02)
5. Относительное смещение середины зоны нечувствительности МЭП, м	9(±0,1)·10 ⁻³
6. Относит. перемещение струйной трубки в момент насыщения силовой характеристики 1-го каскада	0,7(±0,05)
7. Постоянная времени золотника, с	25(±0,5)·10 ⁻³
8. Макс. значение относит. смещения середины зоны нечувствительности МЭП от линейных перегрузок	0,09
9. Макс. проводимость раб. окна МЭП, м ² с/Н ²	3,2694·10 ⁻⁷
10. Проводимость канала золотникового распределителя, м ² с/Н ²	26,819 (±0,005)·10 ⁻⁷
11. Плечо поворота вала датчика обратной связи, м	0,12(±0,001)
12. Длина кронштейна короснимателя, м	0,2(±0,05)

15 Электронный архив УГЛТУ

Окончание таблицы

13. Начальный угол наклона короснимателя к пневмоэлементу, рад	0,31(±0,007)
14. Коэффициент демпфирования пневмоэлемента, Нс/м	1(±0,03)·10 ⁵
15. Коэффициент упругости пневмоэлемента, Н/м	4600(±2)
16. Длина пневмоэлемента без нагрузки, м	0,6(±0,01)
17. Наклон РПУ в начальном положении относительно радиального направления, рад	52,36·10 ⁻²
18. Длина РПУ, м	0,3(±0,03)
19. Соотношение плеч РПУ	1/3
20. Начальный угол положения пневмоэлемента относительно гидроцилиндра, рад	0(±0,01)
21. Ход штока пневмоэлемента, м	0,7(±0,01)

10. Применение программного комплекса при проектировании обеспечивает экономический эффект не менее 150 тыс. руб. на одну модель станка. Расчетный экономический эффект от внедрения результатов исследований, обусловленный повышением производительности, надежности окорочных станков с автоматически управляемым пневмогидроприводом короснимателя и принятыми параметрами составляет не менее 7,3 млн руб. на станок в год.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в следующих работах.

I. Научные статьи в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Побединский В.В., Берстенов А.В. Тенденции в развитии роторных окорочных станков // «Справочник. Инженерный журнал», № 5(182) – М.: ООО «Издательский дом «Спектр», 2012. – С. 46-51.

2. Побединский В.В., Берстенов А.В. Конструкции современных окорочных инструментов // Вестник КрасГАУ. Техника, №5(68) – Красноярск: КрасГАУ, 2012. – С. 293-297.

3. Побединский В.В., Берстенов А.В. Пневмо- и гидропривод в роторных окорочных станках // Вестник КрасГАУ. Техника, №6(69) – Красноярск: КрасГАУ, 2012. – С. 138-143.

4. Побединский В.В., Берстенов А.В. Коросниматель с пневмогидроприводом // Вестник КрасГАУ. Техника, №7(70) – Красноярск: КрасГАУ, 2012. – С. 226-230.

II. Доклады к международным конференциям

5. Берстенов А.В., Побединский В.В. Математическая модель гидропривода рабочего органа роторного окорочного станка // Сб. тр. междунар. Евразийск. симпоз. 20-21 сентября 2006 «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» / под науч. ред. И.Т. Глебова. – Екатеринбург: УГЛТУ, ООО РИЦ «Компакс».

Электронный архив УГЛТУ

2006. – С. 177-181.

6. Побединский В.В., Берстенов А.В. Синтез математической модели гидропривода механизма резания роторного окорочного станка в системе MatLab // Сб. тр. междунар. Евразийск. симпоз. 20-21 сентября 2006 «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» / под науч. ред. И.Т. Глебова. – Екатеринбург: УГЛТУ, ООО РИЦ «Компас», 2006. – С. 170-177.

7. Побединский В.В., Берстенов А.В. Моделирование процесса окорки лесоматериалов на основе теории нечетких множеств // Сб. тр. междунар. Евразийск. симпоз. 20-21 сентября 2006 «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» / под науч. ред. И.Т. Глебова. – Екатеринбург: УГЛТУ, ООО РИЦ «Компас», 2006. – С. 90-97.

8. Берстенов А.В., Побединский В.В. Моделирование рабочих процессов роторного окорочного станка в среде MatLab // Сб. тр. междунар. Евразийск. симпоз. 20-21 сентября 2006 «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» / под науч. ред. И.Т. Глебова. – Екатеринбург: УГЛТУ, ООО РИЦ «Компас», 2006. – С. 182-187.

III. Статьи в сборниках материалов Всероссийских и региональных научных конференций

9. Берстенов А.В., Побединский В.В., Санников С.П. Система автоматического управления рабочим органом роторного окорочного станка // Матер. II Всерос. науч.-техн. конф. студ. и аспирантов 19 апреля 2006. Ч. 2. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – С. 115-118.

10. Берстенов А.В., Побединский В.В., Шуняев С.Н. Применение алгоритмов нечеткого вывода в моделировании объектов с нестрогими определенными параметрами // Системы управления ракетных комплексов. III научн.-техн. конф. молодых специалистов НПОА: Сер. Ракетно-космическая техника: науч.-техн. сб. – Екатеринбург: Федеральное агентство ФГУП «НПО автоматика им. академика Н.А. Семихатова», 9-11 апреля 2006. – С. 119-127.

A - 1719

Просим Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями направлять по адресу: 620 100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, УГЛТУ, диссертационный совет.

Подписано к печати 21.07.2012. Формат 60×84/16. Печать офсетная. Бумага мелованная. Гарнитура «Arial» 14 пт. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 120 экз. Заказ №

Издательство Уральского государственного лесотехнического университета
620 100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.