В диссертационный совет Д 24.2.437.09
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидат технических наук, Козлова Андрея Александровича, на диссертационную работу БОРОДИНА Дмитрия Михайловича на тему «СНИЖЕНИЕ ВРЕМЕНИ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ГИДРОФИЦИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ НАГРЕВА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И КОМПЛЕКСЫ»

1. Актуальность темы исследования

Актуальность тематики исследования не вызывает сомнения. В условиях отрицательных температур предпусковой прогрев гидропривода занимает значительное время, сменное время работы машины при этом сокращается на величину времени, затрачиваемого на тепловую подготовку, что снижает производительность машины. С целью подготовки гидропривода к пуску, производители экскаваторов рекомендуют прогревать элементы гидропривода медленными движениями исполнительных механизмов без нагрузки, при экстремально низких значениях температуры окружающего воздуха (минус 40 ^{0}C), процесс может продолжаться до 120 минут, что приводит не только к перерасходу топлива, но и к снижению ресурса узлов гидропривода, дополнительным выбросам вредных веществ в окружающую среду.

Основной проблемой при запуске гидропривода экскаватора после простоя является необходимость обеспечить подведение тепла к локальным узлам и агрегатам гидропривода, которые необходимо прогреть. Решение проблемы усложняется удаленностью объектов строительства от баз механизации, населенных пунктов и линий электропередач. Это затрудняет или полностью исключает возможность применения традиционных способов и средств предпусковой подготовки машины. При этом, использование утилизационного тепла отработавших выхлопных газов ДВС машины для тепловой подготовки гидропривода позволит прогреть его без дополнительных энергозатрат.

Основными показателями эффективности использования средств тепловой подготовки гидропривода экскаватора при их эксплуатации являются безотказность системы, автономность и продолжительность подготовки машины к пуску.

Одна из возможностей решения проблемы подготовки гидропривода к пуску при низких температурах это оснащение одноковшовых гидравлических экскаваторов системами дополнительного использования тепла. Это позволит разрешить противоречие между потребностью в дополнительной тепловой энергии, необходимой для предпусковой тепловой подготовки гидросистем экскаватора к работе и ее нерациональным рассеиванием в окружающем пространстве.

2. Обоснованность и достоверность основных положений и выводов работы

Достоверность и обоснованность основных научных положений, выносимых на защиту, основных результатов и рекомендаций обеспечиваются: использованием раннее апробированных методов исследований, адекватностью математических моделей применением основных положений и методов статистической обработки и математического анализа результатов, использованием прикладных программ математического анализа и обработки результатов, получением численных значений для зависимостей времени прогрева от температуры окружающего воздуха. Подтверждённой статистическими методами достоверностью и объемом полученных экспериментальных данных.

3. Научная новизна исследований

Научная новизна диссертации Бородина Д.М заключается в том, что:

– определены аналитические зависимости температуры рабочей жидкости в объёме гидробака и в гидроцилиндрах с дополнительной гидролинией рабочего оборудования одноковшового экскаватора, эксплуатирующегося при низких температурах окружающего воздуха, при этом впервые предложен способ предпусковой тепловой подготовки гидропривода с последовательным прогревом рабочей жидкости в гидробаке и гидроцилиндрах снабжённых байпасом;

– разработана математическая модель для системы «гидробак – гидроцилиндр», учитывающая особенности прогрева системы при использовании дополнительной гидролинии для соединения полостей гидроцилиндра;

– получен алгоритм процесса тепловой подготовки гидропривода одноковшового гидравлического экскаватора, новизна которого заключается в совмещении последовательного прогрева рабочей жидкости в объёме гидробака отработавшими газами ДВС, и передачи аккумулированного тепла гидроцилиндрам рабочего оборудования экскаватора, снабжённых байпасами с переходом к прогреву жидкости движением исполнительными механизмами.

На основе полученного алгоритма и результатов исследования впервые реализована автоматизация тепловой подготовки гидропривода одноковшового экскаватора. Для этого применена микроконтроллерная система.

На основании исследований разработана рациональная конструкция системы тепловой подготовки гидропривода одноковшового экскаватора, применяемого при низких температурах, позволяющая сократить время подготовки, снизить расход ГСМ на тепловую подготовку и сократить количество выбросов загрязняющих веществ. Оснащение одноковшового экскаватора предлагаемой системой, позволит снизить себестоимость разработки грунтов и повысить внутрисменную производительность машины.

4. Ценность работы для науки и практики

Теоретическая значимость работы заключается в том, что:

– предложен новый комбинированный способ предпусковой тепловой подготовки гидропривода одноковшового экскаватора в условиях низких температур, позволяющий сократить время процесса;

– разработана математическая модель закономерностей процесса предпусковой тепловой подготовки гидропривода экскаватора ЭО-5126, эксплуатирующегося в условиях низких температур с учетом теплообмена рабочей жидкости с выхлопными газами его ДВС;

– в ходе экспериментов получены параметры математических моделей процессов прогрева рабочей жидкости в объёме гидробака и гидроцилиндров, снабжённых дополнительной гидролинией применительно к экскаватору моде-ли ЭО-5126;

– на основании результатов исследований получен изменённый алгоритм предпусковой тепловой подготовки гидропривода одноковшового экскаватора, используемого при низких температурах окружающего воздуха.

Внедрение результатов диссертационной работы позволит сократить временные и материальные затраты при тепловой подготовке гидропривода одноковшового экскаватора, эксплуатируемого при низких температурах окружающего воздуха.

Разработанные в процессе исследований конструкции, математические модели, методики расчета процессов, происходящих в гидроприводе, при его тепловой подготовке используются в учебном процессе по направлениям бакалавриата (23.03.02) и магистратуры (23.04.02) - «Наземные транспортно-технологические комплексы», по направлению специалитета (23.05.01) «Наземные транспортно-технологические средства», предложен практический метод тепловой подготовки гидропривода рабочего органа одноковшового экскаватора и его конструктивная

реализация, позволяющая использовать утилизационное тепло отработавших газов ДВС с целью прогрева рабочей жидкости в объёме гидробака с последующим повышением теплового состояния гидроцилиндров с дополнительной гидролинией, путём теплообмена их элементов с рабочей жидкостью в условиях низких температур, результаты теоретических и практических исследований могут применяться при адаптации существующих моделей одноковшовых экскаваторов, применяемых при пониженных температурах, проведении опытных работ по отработке конструкций систем тепловой подготовки гидроприводов различных гидрофицированных машин.

5. Оценка структуры и содержания работы

Диссертация Бородина Д. М. содержит введение, четыре раздела, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 166 страниц, работа содержит 74 рисунка, 31 таблицу, 116 источников.

Во введении автор отразил актуальность работы, раскрыл тему исследования, обосновал актуальность исследований.

В первой главе диссертации анализируется состояние вопроса тепловой подготовки гидропривода строительных и дорожных машин. Проводится обзор природно-климатических условий районов Крайнего Севера, в которых ведётся активное строительство объектов нефтегазового комплекса, инфраструктурных объектов, транспортной сети. Рассмотрены преимущества и недостатки предложенных ранее способов и конструкций систем тепловой подготовки гидропривода, определены цели и задачи исследования.

Во второй главе описаны теоретические исследования. Предложены математические модели: процесса прогрева гидравлического бака выхлопными газами дизельного ДВС; процессов тепломассопереноса в усовершенствованном гидроцилиндре и в системе «гидробак - гидроцилиндр» при тепловой подготовке. Предложена двухэтапная схема прогрева гидропривода одноковшового экскаватора.

В третьей главе приведено планирование эксперимента в соответствии с разработанной методикой исследований. Описаны ход и результаты лабораторного и натурного экспериментов, использованное при этом оборудование и приборы. Представлены результаты экспериментов, обработанные методами статистического анализа. Предложена методика прогрева гидропривода одноковшового экскаватора и зависимости времени прогрева от температуры окружающего воздуха.

В четвёртой главе рассматривается технико-экономическое и экологическое обоснование эффективности применения предложенной системы тепловой подготовки гидропривода на примере экскаватора ЭО-5126. Сравнивается эффективность применения двух экскаваторов: модернизированного экскаватора с

предложенной системой тепловой подготовки гидропривода и базовой машины не оборудованной такой системой.

Автореферат диссертации полностью отражает содержание диссертации.

В целом диссертационное исследование имеет завершённый вид.

6. Соответствие паспорту научной специальности

Диссертационная работа Бородина Д. М. на тему «Снижение времени тепловой подготовки гидрофицированных технологических машин совершенствованием алгоритма управления системой нагрева рабочей жидкости» отвечает следующим пунктам паспорта научной специальности 2.5.11 – Наземные транспортно-технологические средства и комплексы: п. 2: – «Методы расчета и проектирования, направленные на создание новых и совершенствование существующих транспортно-технологических средств и их комплексов с учетом полного жизненного цикла изделий, обладающих высоким качеством, в том числе повышенными показателями экономичности, надежности, производительности, экологичности и эргономичности, обеспечивающих энергоэффективность и безопасность эксплуатации»; п. 3: – «Экспериментальные исследования и испытания транспортно-технологических средств и их комплексов, а также отдельных систем, агрегатов, узлов, деталей и технологического оборудования»; п. 5: – «Математическое моделирование рабочих процессов транспортно-технологических средств, в том числе в их узлах, механизмах, системах и технологическом оборудовании при взаимодействии с опорной поверхностью и с рабочими средами (объектами)».

7. Анализ публикации по теме исследования

Основные материалы диссертации достаточно полно опубликованы в 19 печатных работах (в том числе в 4 статьях рецензируемых изданиях ВАК, 4 патентах), докладывались и одобрены на научно-практических конференциях.

8. Замечания к содержанию работы

При этом, в работе некоторые моменты не нашли должного отражения, **по существу работы**:

- в работе необходимо пояснить связь между основными структурными элементами научного аппарата (положениями, выносимыми на защиту, научной новизной, теоретической значимостью и задачами исследования), пояснить в предмете исследования – термин «данные зависимости»;

- из текста работы не совсем ясно, в первом пункте научной новизны, определены «зависимости температуры …» от чего? во втором пункте научной новизны не совсем ясно, «математическая модель» каких процессов? (чего);

- на рисунке 2.5 (стр. 58), из графика следует, что при температуре окружающей среды минус 40 °С, за 1000 секунд – температура жидкости в гидробаке повысится до минус 15 °С, а на рисунке 2.9 (стр. 64) – за это же время температура рабочей жидкости в гидроцилиндре – до минус 13 °С (поясните это явление);

- аналогичная картина на графиках по результатам экспериментальных исследований (рис. 3.17 и рис. 3.27);

по оформлению:

- на рисунке 1.11 – некорректно изображены значения на оси ординат;

- объектом исследования выбран экскаватор ЭО-5126, с установленным на нем ДВС – ЯМЗ-238ГМ2, при этом не совсем ясна схема экспериментальной установки на рис. 3.6 (позиция 2 – турбокомпрессоры, их роль)?

Однако, высказанные замечания носят рекомендательный характер и не затрагивают основных научных положений, выносимых на защиту. Они не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

10. Заключение

Принимая во внимание вышеизложенное считаю, что диссертация Бородина Дмитрия Михайловича является законченным научным исследованием, соответствует требованиям п.9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением правительства РФ от 24.09.2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в актуальной редакции) к кандидатским диссертациям, а её автор, Бородин Дмитрий Михайлович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Кандидат технических наук,
докторант кафедры
«Двигатели» ФГКВОУ ВО
«Военная академия
материально-технического
обеспечения» (филиал г. Омск) _____ Козлов Андрей Александрович
«5» 03 2026

Омск, Космический пр-т, д. 18А, кор. 4, кв. 41
extraskyline@mail.ru
89136350591

Прошито, пронумеровано

Российская Федерация

Город Омск. Омская область. Российская Федерация.

Пятого марта две тысячи двадцать шестого года

Я, Шаншиева Галина Николаевна, нотариус нотариальный округ: город Омск, свидетельствую подлинность подписи Козлова Андрея Александровича.

Подпись сделана в моем присутствии.

Личность подписавшего документ установлена.

Зарегистрировано в реестре: № **55/60-н/55-2026-1-456**.

Уплачено за совершение нотариального действия: 1840 руб. 00 коп.

Г.Н.Шаншиева

Компьютерная система "Экспресс"