

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук **Иова Ивана Алексеевича** на диссертацию **Шешуковой Екатерины Игоревны** на тему: «Обоснование рациональных траекторий отработки забойного блока угольного разреза для повышения ресурса экскаватора», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

1. Актуальность темы диссертации

Электрические карьерные экскаваторы являются основным выемочно-погрузочным оборудованием на открытых горных работах, от эффективности и надежности которых зависит производительность экскаваторно-автомобильных комплексов и предприятия в целом.

Сформировавшаяся к настоящему времени методология проектирования рабочего оборудования карьерных электрических экскаваторов, а также практика их обслуживания и ремонта не позволяет в полной мере учитывать индивидуальные условия эксплуатации машин, а предполагает использование некоторых базовых характеристик, определяемых состоянием забоя, качеством управления и т.д., на основе которых оценивается наработка оборудования и составляются графики технического обслуживания узлов и агрегатов горной машины. Совокупное влияние параметров забоя и квалификации машиниста при отклонении от базовых значений, может приводить к существенному снижению долговечности металлоконструкций из-за увеличения нагрузок вследствие нерациональных траекторий движения ковша в забое. В связи с этим, установление закономерностей функционирования главных механизмов экскаватора с учетом траектории движения ковша и характеристик разрабатываемого забоя позволит вывить наиболее эффективные приемы работы с позиции энергозатрат, производительности и расходования ресурса. Реализация последних, при помощи программно-аппаратных комплексов, обеспечит машиниста необходимой информацией об эффективности рабочего процесса, а обслуживающий персонал – прогнозируемым расходом ресурса оборудования. Таким образом, формирование и поддержание рациональных режимов совместной работы механизмов подъема и напора в процессе экскавации для конкретных условий эксплуатации и коррекция графиков технического обслуживания и ремонта с учетом фактически израсходованного ресурса является одним из основных путей повышения эффективности функционирования электрических карьерных экскаваторов.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-223 от 23.06.26
АУ УС

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна

Результаты представленной диссертационной работы отражены в двух научных положениях, выносимых на защиту и соответствующих заявленной цели исследования.

Во второй главе диссертации доказывается первое научное положение:

Для повышения ресурса экскаватора на угольном разрезе отработку забоя необходимо проводить по радиально-линейной траектории с углом наклона линейной части $70-80^\circ$, что ведет к снижению коэффициента расходования ресурса, позволяющего обоснованно проводить корректировку периодичности мероприятий технического обслуживания и ремонта единичного экскаватора.

В главе разработана математическая модель рабочего оборудования карьерного экскаватора, отличающаяся от известных тем, что помимо учета собственного веса оборудования, движущих усилий и сил сопротивления, дополнительно введены временные функции поворота на разгрузку и возвращения в забой, что позволяет учитывать комплексное воздействие нагрузок за весь цикл экскавации. Проведенный анализ нагрузок, энергопотребления и совершаемой работы в механизмах подъема и напора за цикл экскавации при различных углах наклона траектории движения ковша позволил установить табличные зависимости, отражающие закономерности изменения исследуемых параметров в функции положения рабочего органа по отношению к базовому значению, принятому по точке окончания процесса наполнения ковша. Используя энергетический подход введен коэффициент, учитывающий интенсивность расходования ресурса рабочего оборудования в процессе отклонения режимов работы механизмов подъема и напора от базовых значений. Применение данного коэффициента в процессе исследования нагрузок при линейной и радиально-линейной траекториях перемещения ковша в забое показало целесообразность радиально-линейных траекторий, при которых обеспечивается наименьшее расходование ресурса.

В третьей главе диссертации доказывается второе научное положение, согласно которому, изменение усилия копания от плотности и кусковатости горной массы следует оценивать посредством отношения произведения соответствующих значений степенных функций усилия для конкретных условий и масштабного коэффициента усилия к базовой величине, при этом уменьшение плотности или кусковатости на 25% ведет к снижению усилия на 25% и 32%, соответственно, а при их увеличении – усилие копания возрастает на 33% и 35%.

Используя теорию подобия, в третьей главе на лабораторном макете проведено исследование влияния плотности и кусковатости горной массы на величину нагрузок, воздействующих на ковш экскаватора при

прямолинейной траектории. Полученные экспериментальные данные использовались для калибровки цифровой модели процесса копания в программном модуле Ansys Rocky Dem, где проводились численные исследования характера изменения усилия копания при различных насыпной плотности и кусковатости модельного материала. Установлены степенные зависимости, связывающие значения усилия с параметрами забоя, на основе которых, с учетом критерия подобия, получены значения фактических нагрузок в рабочем оборудовании экскаватора ЭКГ-18Р при разработке угольного массива. Показано суммарное влияние плотности и кусковатости на величину нагрузок при различной толщине стружки. В результате выполненных исследований получены количественные оценки нагруженности рабочего оборудования при изменении гранулометрического состава забоя.

В четвертой главе разработана программа для оценки кинетостатических параметров механизмов подъема и напора карьерного экскаватора при различных траекториях копания и предложены практические рекомендации по корректировке регламента технического обслуживания и ремонта, основанные на учете фактических нагрузок в рабочем оборудовании при эксплуатации машин в угольном забое с различным гранулометрическим составом.

Достоверность научных положений и полученных результатов определяется корректным использованием теории механизмов и машин, инструментов математического и имитационного моделирования, вычислительного эксперимента, информационных технологий, а также набором расчетных режимов работы главных механизмов экскаваторов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработанной математической модели приводов подъема и напора, позволяющей уточнить действующие на рабочее оборудование нагрузки при различных траекториях движения ковша с учетом характеристик разрабатываемого забоя за единичный цикл; в полученных степенных функциях, связывающих усилие копания с гранулометрическим составом забоя; в методике оценки ресурса рабочего оборудования экскаватора на основе использования энергетического подхода с учетом фактической величины действующих нагрузок при различных траекториях движения ковша и состоянии горного массива.

3. Научные результаты, их ценность

На эксплуатационные показатели и производительность карьерных экскаваторов существенное влияние оказывают внешние условия, определяемые параметрами забоя и квалификацией машиниста. Отсутствие простых научно-практических подходов, позволяющих оценивать эффективность функционирования машины при изменении внешних

условий, сдерживает процесс дальнейшего развития геотехнологии открытых горных работ и электрических карьерных экскаваторов, в частности. Представленные в диссертации математические модели рабочего оборудования, функциональные зависимости усилия копания от гранулометрического состава в конкретных условиях эксплуатации и методика прогнозирования ресурса являются в достаточной степени оригинальными научными решениями в этой области, которые позволяют повысить эффективность функционирования рабочего оборудования и снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт машин.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 15 печатных работах, в том числе в 5 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

4. Теоретическая и практическая значимость диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в установлении закономерностей работы механизмов подъема и напора и движения ковша в процессе экскавации, позволяющих выбирать рациональные траектории отработки угольного массива по критерию минимума нагрузок и интенсивности расходования ресурса рабочего оборудования с учетом гранулометрического состава забоя.

Практическая значимость заключается в разработке методики корректировки периодов технического обслуживания и ремонта, учитывающей фактическое использование ресурса оборудования в зависимости от режимов работы приводов и параметров забоя, способствующей повышению эффективности использования карьерных экскаваторов и снижению суммарных затрат при их эксплуатации.

5. Замечания и вопросы по диссертации

1) В первой главе приводятся данные касающиеся геотехнологии открытых горных работ с применением электрических и гидравлических карьерных экскаваторов. Не совсем ясно, зачем нужно приводить параметры геотехнологии для гидравлических экскаваторов, если затем речь идет только об электрических машинах?

2) В автореферате и тексте диссертации, к сожалению, нет четкой и обоснованной формулировки отличия разработанной во второй главе математической модели рабочего оборудования от известных ранее моделей?

3) В процессе наполнения ковша уровень нагрузок в рабочем оборудовании определяется динамической и статической составляющими. В разработанной модели коэффициент динамичности равен 1,3. На основании каких соображений принята именно такая величина?

4) Выбранные допущения при составлении расчетной схемы математической модели (раздел 2.2) не учитывают упругость каната подъема, чем объясняется подобное решение, а также решение не учитывать моменты инерции рабочего оборудования?

5) Из каких соображений выбиралась базовая величина усилий в механизмах подъема и напора, используемая при силовом анализе рабочего оборудования?

6) Каким образом, при разработке критериев подобия, учитывалось положение ковша в забое, определяемое главным углом копания? Учитывался угол наклона зуба к передней стенке ковша?

6. Заключение

Текст диссертации и автореферата написан грамотным техническим языком с применением терминологии, соответствующей области горных машин и комплексов, оформлен в соответствии с требованиями ВАК. Защищаемые положения и полученные результаты работы достоверны и обоснованы, обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью. Замечания не носят принципиального характера и не ставят под сомнение достоверность и обоснованность научных положений, защищаемых в диссертации.

Диссертация Шешуковой Екатерины Игоревны является законченной научно-квалификационной работой, все защищаемые положения диссертации прошли апробацию на международных конференциях, по теме исследования опубликовано 15 научных трудов, из них в изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (перечень ВАК) – 5, в международных реферативных базы данных и системах цитирования Scopus – 3, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация «Обоснование рациональных траекторий отработки забойного блока угольного разреза для повышения ресурса экскаватора», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины, полностью соответствует требованиям установленным пунктом 9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 16.10.2024) "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней") (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) и требованиями раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор – **Шешукова Екатерина Игоревна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

Официальный оппонент
кандидат технических наук, инженер-конструктор, ведущий, дирекция по конструкторским разработкам, отдел расчетов и инженерного анализа
Публичное акционерное общество «Уральский завод тяжелого машиностроения»



Иов Иван Алексеевич

Публичное акционерное общество «Уральский завод тяжелого машиностроения»

Адрес: 1-й Пятилетки пл., Екатеринбург, Свердловская обл., 620012

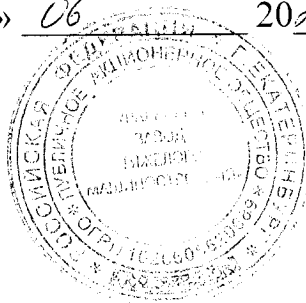
Телефон: 8 (343) 336 65 81

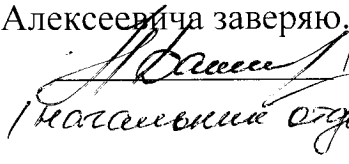
E-mail: *mail@uralmash.ru*

Подпись, кандидата технических наук, инженера-конструктора, ведущего, дирекции по конструкторским разработкам, отдела расчетов и инженерного анализа Публичное акционерное общество «Уральский завод тяжелого машиностроения», Иова Ивана Алексеевича заверяю.

«19» 06 2026 г.

М.П.



 ДАНИЛИНА Н.В.
(главный отдел кадров)