



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

620144, г. Екатеринбург, ГСП-126, ул. Куйбышева, 30 тел.: (343) 257-25-47, факс: (343) 283-01-12
e-mail: office@ursmu.ru, http://www.ursmu.ru

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»,
д. физ.-мат. наук

 Д.В. Зайцев

«___» июля 2024 г.

И.П.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» на диссертацию *Агагена Абдельвахаб* на тему: «**Обоснование регламента технического обслуживания гидроцилиндров карьерного экскаватора при добыче железной руды в условиях Алжира**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

На отзыв представлена рукопись диссертации и автореферат. Диссертация – полным объемом 136 страниц, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 155 наименований, 7 приложений, содержит 16 таблиц и 54 рисунка. Содержание автореферата изложено на 20 страницах.

1. Актуальность темы диссертации

Увеличение объемов добычи железной руды открытым способом во многом зависит от эффективности функционирования оборудования под влиянием ряда факторов: жесткости климата; особенностей горно-геологических условий; несовершенства системы технического обслуживания, принятой в компании.

В настоящее время на железорудных карьерах Алжира при добыче железной руды открытым способом применяются системы экскаватор-самосвал. Эксплуатация экскаватора в запыленной среде приводит к постоянному наличию статического слоя мелкой железорудной пыли на поверхности штоков си-

ловых гидроцилиндров, что повышает интенсивность абразивного изнашивания штоков и их уплотнений. Анализ эксплуатационной надёжности карьерных гидравлических экскаваторов (КГЭ) показал, что отказы элементов гидравлического привода составляют половину от общего количества отказов. В более чем 70 % случаев гидроцилиндры выходят из строя по причине изнашивания уплотнений штока.

Существующие правила технического обслуживания не в полной мере учитывают особенности природно-климатических факторов рудника района Boukhadra (Алжир). Для повышения эффективности технического обслуживания необходимо проводить периодический контроль технического состояния рабочего оборудования экскаваторов, работающих в условиях повышенной запыленности воздуха рабочей зоны КГЭ, и на его основе переходить к стратегии превентивного технического обслуживания по текущему состоянию.

В этой связи, обеспечение готовности элементов гидравлической системы КГЭ, находящихся в эксплуатации на железорудных карьерах Алжира в условиях жаркого сухого климата и гористой местности, за счет соблюдения рационального регламента технического обслуживания силовых гидроцилиндров является актуальной задачей.

2. Научная новизна диссертации

Новизна научных выводов и рекомендаций заключается в выявлении зависимостей интенсивности абразивного изнашивания пары трения «шток – уплотнение» в условиях жаркого климата и гористой местности от числа рабочих циклов (двойных ходов) силового гидроцилиндра, что позволяет корректировать регламент технического обслуживания элементов гидросистемы экскаватора.

В работе показана зависимость скорости оседания мелкой железорудной пыли на штоки силовых гидроцилиндров карьерного экскаватора при каждой разгрузке ковша и ее нагрузка на поверхность штоков гидроцилиндров, что приводит к ускоренному изнашиванию ходовой пары «шток – уплотнение».

В работе применен бесконтактный оптический метод измерения топографии поверхности штока при его изнашивании для поэтапного анализа параметров текущей шероховатости и фрактальной размерности поверхностей в среде Gwyddion как более информативный метод по сравнению с контактным (щуповым) методом.

3. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений, выводов и рекомендаций

В целом достоверность подтверждается корректной постановкой задач исследований, представительным объемом теоретических и экспериментальных данных; корректным применением методов математической статистики при их обработке. Полученные результаты обосновываются корректностью использования известных, проверяемых данных и согласуются с опубликованными исследованиями по теме диссертации и по смежным областям.

Объем и корректность выполненных теоретических и экспериментальных исследований позволили автору сформулировать основные положения, обладающие научной новизной, разработать программу и методику экспериментальных исследований и создать стендовое оборудование для ускоренных исследований процесса изнашивания пары трения «шток – уплотнение» в условиях запыленности абразивной железорудной пылью; разработать практические рекомендации по корректировке регламента проведения технического обслуживания силовых гидроцилиндров карьерного экскаватора в условиях рудника Boukhadra (Алжир).

4. Научные результаты, их ценность

В диссертационной работе, автором были получены новые научные результаты, к числу которых следует отнести:

– установление уровня запыленности воздушной среды района рудника Boukhadra, выявлена изменчивость суточного количества оседающей пыли, пределы которой свидетельствуют о высокой глобальной фоновой запыленности с нагрузкой 300–4000 мкг/м²;

– разработку триботехнического стенда, а также программы и методики ускоренных исследований процесса изнашивания пары трения «шток – уплотнение» при запыленности абразивной железорудной пылью;

– применение бесконтактного оптического метода измерения топографии поверхности штока при его изнашивании в абразивной мелкодисперсной среде заключается в том, что в диапазоне числа циклов (двойных ходов) 240000–320000 гидроцилиндра показано снижение значения фрактальной размерности текстуры поверхности штока при постепенном снижении шероховатости поверхности штока в диапазоне Ra = 0,139–0,102 мкм. Рост массы пропуска пыли через уплотнения штока в зависимости от числа циклов z описывается экспоненциальной функцией;

– корректировка регламента проведения ТО на конкретном уровне разукрупнения элементов гидросистемы КГЭ, которая решается на основе выбранной стратегии ТО по фактическому состоянию с сокращением периодичности проведения с коэффициентом 0,5 от норматива.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Разработанные автором теоретические положения, а также методические и практические рекомендации являются результатом самостоятельного исследования и представляют собой научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки по структуре проведения ТО по фактическому состоянию на конкретном уровне разукрупнения элементов гидросистемы КГЭ. Реализация результатов исследований вносит существенный вклад в совершенствование процессов ТО карьерного экскаватора. Новые технические решения, представленные в диссертации, имеют существенное значение для развития горной отрасли страны.

Установлено, что поле концентрации пыли в рабочей зоне экскаватора при условии отсутствия ветровой нагрузки для небольших периодов времени описывается дифференциальным уравнением баланса пыли в облаке рабочей зоны от времени осаждения по экспоненциальному закону.

2. Разработана инженерная методика ускоренных испытаний пары трения «шток – уплотнение» в условиях запыленности абразивной железорудной пылью с оценкой изменения шероховатости и фрактальной размерности текстуры рабочей поверхности штока для определения периода проведения технического обслуживания гидроцилиндра.

Практическое значение результатов исследования, полученных соискателем, подтверждается тем, что:

– разработано и запатентовано устройство защиты штока гидроцилиндра экскаватора от запыленности за счет установки кольцевых магнитов и упорных выступов на гофрированной трубе из полимерного материала по длине штока гидроцилиндра (Патент РФ на полезную модель № 216641);

– результаты исследований использованы в деятельности компании ООО «Ирбис» при разработке регламента технического обслуживания и ремонта гидравлических цилиндров экскаваторов.

– сформулированы рекомендации по совершенствованию системы технического обслуживания на конкретном уровне разукрупнения элементов гидросистемы КГЭ.

По материалам диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 2 статьи в изданиях, включенных в международную реферативную базу данных Scopus, 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, получен 1 патент.

Результаты исследований докладывались на ряде всероссийских и международных научно-практических конференций.

Диссертационная работа Агагена Абдельвахаб соответствует требованиям ВАК по содержанию, структуре и оформлению. Защищаемые положения и выводы достоверны и обоснованы.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию для разработки регламента технического обслуживания по текущему состоянию рабочего оборудования экскаваторов, работающих в условиях повышенных температур и гористой местности в условиях повышенной запыленности рабочей зоны экскаватора.

Разработанный триботехнический стенд для ускоренных исследований процесса изнашивания пары трения «шток – уплотнение» следует применять для проведения лабораторных работ в процессе обучения.

7. Замечания и вопросы по работе:

1. Не понятен термин «готовности», используемый автором, на стр. 4 диссертации и автореферата.

2. Высказанная идея (с. 5 диссертации, с. 4 автореферата) о выбранной стратегии не подтверждается далее в тексте диссертации: что значат термины «выделение эшелонов» и «поэлементный уровень разукрупнения»?

3. На с. 6 не показано, что относится к расходным элементам гидросистемы, только на с. 108 упомянуто, что гидравлическая жидкость является расходным восстанавливаемым материалом, и всё?

4. Не понятно, в чём заключается **процесс взаимодействия** пыли с поверхностью штоков?

5. На стр. 5 автореферата и стр. 7 диссертации использован не корректный термин «...нагрузка пыли на поверхности штоков...», изменяющаяся по экспоненциальному закону», «нагрузка» – это сила тяжести!

6. Нет пояснений (с.8), каким образом взвесили выброс пыли – 87 г за одну выгрузку ковша и, как появилась концентрация $0,77 \text{ г/м}^3$, так как далее фраза на с. 45 «Объем шарового сегмента радиусом 4,6 м на уровне ковша составляет $113,1 \text{ м}^3$. Площадь горизонтальной проекции пылевого облака на уровне ковша равна $60,0 \text{ м}^2$. Отсюда, концентрация пыли в облаке рабочей зоны составляет $0,77 \text{ г/м}^3$ » не дает ответа на это заявление.

7. На с. 79 приведен диапазон фрактальной размерности поверхности «...штока в диапазоне $D = 2,708—2,637$ с ростом числа циклов...», непонятно откуда взят такой диапазон? По классической фрактальной теории $D = 2$ (для прямолинейных фигур), $D = 3$ (для объемных фигур), при измерении топографии $D = 2...3$. Но почему в работе принят именно такой диапазон?

8. В работе отсутствует статистический материал о надежности функционирования гидроцилиндров экскаватора при эксплуатации на руднике Бухадра (Алжир);

9. В работе не показана структура службы технического сервиса гидроцилиндров на руднике и вид технического обслуживания.

10. В работе не показано негативное влияние железорудной пыли на производительность при добыче железной руды на руднике.

Замечания по диссертационной работе не снижают ее научной и практической ценности, и не снижают общую положительную оценку работы.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Обоснование регламента технического обслуживания гидроцилиндров карьерного экскаватора при добыче железной руды в условиях Алжира», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 «Геотехнология, горные машины» полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор, **Агагена Абдельвахаб**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 «Геотехнология, горные машины».

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Агагена Абдельвахаб
обсужден и утвержден на заседании кафедры «Горные машины и комплексы»
**Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уральский государственный горный университет»**
(протокол № 10 от 26 июля 2024 года)

Отзыв подготовил:

профессор кафедры горных машин и ком-
плексов, докт. техн, наук, профессор

Комиссаров Анатолий
Павлович

Председатель заседания:

Заведующая кафедрой горных машин и ком-
плексов Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уральский государ-
ственный горный университет»,
докт. техн, наук, профессор

Лагунова Юлия
Андреевна

Секретарь заседания:

Профессор кафедры горных машин и ком-
плексов, Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уральский государ-
ственный горный университет»,
канд. техн, наук, профессор

Шестаков Виктор
Степанович

Подписи Комиссарова А.П., Лагуновой Ю.А. - председателя Шестакова В.С. -
секретаря заседания заверяю

Начальник ОК ФГБОУ ВО «УГГУ»



Сабанова Татьяна
Борисовна

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Уральский государствен-
ный горный университет»

Почтовый адрес: 620144, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Куйбышева,
д. 30.

Официальный сайт в сети Интернет: <http://www.ursmu.ru>

Эл. почта: office@ursmu.ru ; Телефон: +7 (343) 257-45-25, 283-01-12