

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.2
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17.09.2024 №11

О присуждении Агагена Абдельвахаб, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование регламента технического обслуживания гидроцилиндров карьерного экскаватора при добыче железной руды в условиях Алжира» по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины принята к защите 14.06.2024 г., протокол №2, диссертационным советом ГУ.2 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета от 14.11.2022 № 1772 адм.

Соискатель, Агагена Абдельвахаб, 19.11.1995 года рождения, в 2020 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 01.10.2020 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре машиностроения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Михайлов Александр Викторович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра машиностроения, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Великанов Владимир Семенович – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого

Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра подъемно-транспортных машин и роботов, профессор кафедры;

Зверев Валерий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра горной электромеханики, доцент кафедры;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»**, г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подготовленном доктором технических наук, профессором Комиссаровым Анатолием Павловичем, профессором кафедры горных машин и комплексов, подписанном доктором технических наук, профессором Лагуновой Юлией Андреевной, заведующей той же кафедрой, председателем заседания, кандидатом технических наук, профессором Шестаковым Виктором Степановичем, профессором той же кафедры, секретарем заседания, и утвержденном доктором физико-математических наук Зайцевым Дмитрием Викторовичем, проректором по научной работе, указала, что полученные Агагена Абдельвахаб результаты дополняют и расширяют 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 технического обслуживания по фактическому состоянию на конкретном уровне разукрупнения элементов гидросистемы карьерного экскаватора. Реализация результатов исследований вносит существенный вклад в совершенствование процессов технического обслуживания карьерного экскаватора. Новые технические решения, представленные в диссертации, имеют существенное значение для развития горной отрасли страны.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в соответствующей отрасли науки и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также известностью ведущей организации своими достижениями по соответствующей теме исследования отрасли наук и способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 9 печатных работах, в том числе в 2 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 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

Общий объем – 3,51 печатных листа, в том числе 2,1 печатных листа – соискателя.

Публикации 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:

1. **Агагена Абдельвахаб**, Репкина К.С., Михайлов А. В. Корректировка регламента технического обслуживания карьерного гидравлического экскаватора на руднике Бухадра // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. - 2024. № 24. – С. 146-151. DOI: 10.26160/2658–3305-2024-24-146-151. (№ 2629 Перечня ВАК ред. 19.12.2023).

Соискателем проведен анализ научных источников, разработан алгоритм по корректировке периодичности проведения регламента технического обслуживания гидроцилиндров в условиях жесткого климата и гористой местности Алжира.

2. **Агагена А.**, Михайлов А. В., Елисеев А. С. Влияние погодноклиматических, горно-геологических и организационно-технических факторов на ресурс карьерного экскаватора // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. - 2022. - № 17-2. – С. 294-298. DOI: 10.26160/2658–3305-2022-17-294-298. (№ 2408 Перечня ВАК ред. 20.12.2022).

Соискателем проведен анализ научных источников, определены факторы, влияющие на отказы гидросистем карьерного экскаватора. Выделены факторы, вызывающие внеплановые простои экскаваторов. Рассмотрен пример влияния погодноклиматических, горно-геологических и организационно-технических факторов на работоспособность карьерного гидравлического экскаватора.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Михайлов А. В., Казаков Ю. А., Гарифуллин Д. Р., Короткова О. Ю., **Агагена А.** Анализ структуры мобильного комплекса для добычи органогенного сырья карьерным способом // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2022. - № 6-1. - С. 317-330. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_61_0_317.

Соискателем проведен анализ научных источников, анализ процесса выбора оборудования с оценкой климатических, геологических, геотехнических условий, специфичных для карьера полезных ископаемых. Рассмотрен ряд интенсивных принципов формирования структуры комплекта оборудования для добычи полезных ископаемых карьерным способом и выбора параметров технологических машин, в частности экскаватора.

4. Абдельвахаб Агагена, Михайлов А. В. Влияние железорудной пыли на изнашивание поверхности штоков гидроцилиндров карьерного экскаватора // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2023. - № 11-1. - С. 5-23. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_111_0_5.

Соискателем проведен анализ научных источников, определены параметры шероховатости, получены графические изображения 3D профиля шероховатости и фрактальной размерности текстуры поверхности штока гидроцилиндра в процессе абразивного изнашивания.

Публикации в прочих изданиях:

5. Агагена А. Михайлов А.В. Особенности применения гидравлических экскаваторов в условиях рудника Boukhadra (Алжир). // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 79-й междунар. научно-техн. конференции. - Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. - Т.1. - С. 46.

Соискателем проведен анализ научных источников, представлен анализ специфики функционирования КГЭ при разработке железорудного месторождения Бухадра (Алжир). Выявлены особенности проведения технического обслуживания силовых гидроцилиндров КГЭ в жестких климатических условиях.

6. Agaguena Abdelwahab, Danila Chishegorov, Sergey Ivanov and Alexander Mikhailov. Influence of the main operational factors on the working capacity of a mining hydraulic excavator // E3S Web of Conferences. - 2021. - № 326, 00007. DOI: 10.1051/e3sconf/202132600007.

Агагена А., Чишегоров Д., Иванов С., Михайлов А. Влияние основных эксплуатационных факторов на работоспособность карьерного гидравлического экскаватора // E3S Web of Conferences. - 2021. - № 326, 00007. DOI: 10.1051/e3sconf/202132600007.

Соискателем проведен анализ научных источников, предоставлен анализ факторов, выделены основные деградационные, а также антидеградационные факторы, построены диаграммы причин простоев карьерных экскаваторов.

7. **Агагена Абдельвахаб.** Особенности применения горных машин в условиях рудника Boukhadra / Агагена Абдельвахаб // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021: VIII Международная научно-практическая конференция. Сб. тезисов. Секция «Круглый стол молодых ученых», Санкт-Петербург, 22-23 апреля 2021 г. - СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2021. - С.4-7.

Соискателем проведен анализ научных источников, представлен анализ условий эксплуатации горных машин при разработке железорудных месторождений в условиях жаркого пустынного климата. Приведены результаты температурных исследований на конкретных предприятиях, выявлены особенности эксплуатации горных машин при высоких температурах.

8. **Агагена Абдельвахаб.** Запыленность рабочей зоны карьерного гидравлического экскаватора и изменение состояния сопряжения шток-уплотнение. Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: XXI междунар. научно-техн. конфер. - Екатеринбург: УГГУ, 2023. - С.18-20.

Соискателем проведен анализ научных источников, показан результат лабораторного эксперимента по абразивному изнашиванию пары трения шток-уплотнение гидроцилиндра карьерного гидравлического экскаватора в условиях запыленности рабочей зоны мелкой железорудной пылью.

9. **Агагена Абдельвахаб, Репкина К.С.** Особенности технического обслуживания карьерного гидравлического экскаватора в условиях рудника Бухадра. Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: XXII междунар. научно-техн. конфер. «Чтения памяти В. Р. Кубачека» - Екатеринбург: УГГУ, 2024. - С. 381-384.

Соискателем проведен анализ научных источников, рассмотрены условия эксплуатации экскаватора на фоне высокой запыленности глобального, локального и местного уровней. Высокое значение запыленности рабочей зоны экскаватора мелкодисперсной пылью повышает интенсивность изнашивания пары трения шток-уплотнение и загрязняет рабочую жидкость гидросистемы.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

10. Патент РФ на полезную модель № 216641. Устройство защиты штока гидроцилиндра экскаватора от запыленности// А.В. Михайлов, **Агагена Абдельвахаб, А.С. Федоров** //МПК F15B 15/20 (2006.01). Опубл. 16.02.2023. Бюл. № 5.

Соискателем предложено конструктивное решение устройства защиты штока гидроцилиндра экскаватора от запыленности, позволяющего повысить работоспособность силового гидроцилиндра.

Апробация диссертационной работы проведена на научных конференциях международного и всероссийского уровня: 79-ая международная научно-техническая конференция Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов (Магнитогорск, 2021); VIII Международная научно-практическая конференция «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021» (Санкт-Петербург, 2021); XX, XXI и XXII международные научно-технические конференции «Чтения памяти В. Р. Кубачека» Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности (Екатеринбург, 2022, 2023 и 2024 гг.); научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (Санкт-Петербург, 2023).

В диссертации Агагена Абдельвахаб отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: директора института безопасности дорожного движения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», профессора, д.т.н. **С.А. Евтюкова**; заведующего кафедрой «Строительные и дорожные машины» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», к.т.н., доцента **М.Ю. Попова**; начальника отдела маркетинга компании ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова», к.т.н. **Т.В. Донченко**; доцента кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», к.т.н., доцента **К.В. Елифанцева**; профессора кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», д.т.н., доцента **М.Г. Рахутина**; заведующего кафедрой «Горные машины» ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», д.т.н., профессора **О.Е. Шабаева** и доцента той же кафедры, к.т.н. **П.П. Зинченко**; доцента кафедры электромеханики и робототехники ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», к.т.н., доцента **В.В. Булатова**; заведующего кафедрой технической механики ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», д.т.н., профессора **В.В. Гараникова**.

В отзывах дана положительная оценка результатов диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечен ряд замечаний:

1. Из текста автореферата не видно, что представляет собой характеристика «среднеквадратичного значения высоты поверхности штока S_q », и как она связана с фрактальной размерностью текстуры поверхности штока (стр. 16) (д.т.н. **С.А. Евтюков**);

2. На стр. 15 имеет место повторение абзаца до и после рисунка 5 (д.т.н. **С.А. Евтюков**);

3. Как полученные результаты моделирования соотносятся с результатами экспериментальных работ? Как полученная величина наработки гидроцилиндров соотносится с реальной продолжительностью эксплуатации экскаваторов в жестких условиях (к.т.н. **М.Ю. Попов**);

4. 3D модель изображения, по всей видимости, не учитывает влияние абразивного изнашивания уплотнений, что снижает ее точность. (к.т.н. **М.Ю. Попов**);

5. Не отмечены характерные особенности высокоабразивной железорудной пыли рудника Boukhadra и её отличия от аналогов на российских предприятиях (к.т.н. **Т.В. Донченко**);

6. Из диаграмм, представленных в автореферате, не ясно с каким массивом данных работал автор и проводился ли корреляционный анализ данных (к.т.н. **Т.В. Донченко**);

7. На стр. 13 автореферата имеет место быть предложение «Рабочий ход блока уплотнений по штоку составляет 17 мм...», однако с конструкторской точки зрения стоило бы точно указать допуск, с которым гидроцилиндр двигается, например, « ± 50 мкм» (к.т.н. **К.В. Епифанцев**);

8. В заключении автореферата указано: «для повышения готовности карьерных экскаваторов в условиях жесткого климата и гористой местности...». Не уточнен термин «готовности», если это относится к теории надежности, то необходимо было пояснить, как рассчитывалась данная «готовность» или заменить термин равнозначным словом, не коррелирующим с теорией надежности (к.т.н. **К.В. Епифанцев**);

9. В работе не указан прибор, с помощью которого проводилось измерение шероховатости на штоках гидроцилиндров. Не описана методика калибровки данного прибора. Калибровка имеет в данном случае большое значение, так как при проведении измерений на загрязненной поверхности

штока необходимо периодически проводить калибровку прибора для введения поправок и исключения погрешности (к.т.н. **К.В. Епифанцев**);

10. В п.7 рекомендовано в состав системы ЗИП включать групповой комплект ЗИП-Г для технического обслуживания элементов гидросистемы экскаватора: (запасные части), (расходный материал, восстанавливаемый), гидроцилиндры (заменяемые части с восстановлением). Следовало бы в этом выводе пояснить, в чем новизна рекомендации, так как обычно при эксплуатации гидравлических экскаваторов используются перечисленные запасные части: фильтрующие элементы, гидравлическая жидкость и гидроцилиндры (д.т.н. **М.Г. Рахутин**);

11. Из текста автореферата не ясно, чем обусловлена периодичность роста и снижения фрактальной размерности текстуры поверхности штока, приведенные на рисунке 5б, кривая 2. (д.т.н. **О.Е. Шабаев** и к.т.н. **П.П. Зинченко**);

12. При выборе стратегии превентивного технического обслуживания целесообразно было бы учитывать не только технические параметры состояния, но и экономические факторы (косвенные потери в единицу времени, обусловленные неплановым простоем машины, стоимость ремонта, включая затраты на ремонт и стоимость детали и др.) (д.т.н. **О.Е. Шабаев** и к.т.н. **П.П. Зинченко**);

13. В автореферате автор не приводит расчета ожидаемого экономического эффекта от корректировки регламента технического обслуживания элементов гидросистемы экскаватора. (к.т.н. **В.В. Булатов**);

14. Наличие высокой глобальной фоновой запыленности района Северной Африки с нагрузкой 300-4000 мкг/м² не учтено при анализе текущего значения запыленности поверхности штоков гидроцилиндров экскаватора. (д.т.н. **В.В. Гараников**).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая экспериментальная методика ускоренных испытаний пары трения штока-уплотнение в условиях запыленности абразивной железорудной пылью с применением оптического метода оценки изменения шероховатости и фрактальной размерности текстуры рабочей поверхности штока гидроцилиндра;

предложен нетрадиционный подход к оценке текущего состояния силовых гидроцилиндров экскаваторов с применением бесконтактного оптического метода измерения топографии поверхности штока при его изнашивании для поэтапного анализа параметров текущей шероховатости и фрактальной размерности поверхностей;

доказано наличие зависимости уровня концентрации мелкой железорудной пыли на поверхности штоков силовых гидроцилиндров карьерного экскаватора от числа циклов (двойных ходов) при каждой разгрузке ковша, приводящего к ускоренному изнашиванию ходовой пары шток-уплотнение; **введено** понятие диагностирования технического состояния штоков силовых гидроцилиндров при помощи оптических методов анализа уровня концентрации пыли на их поверхности;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано положение о том, что процесс изнашивания пары трения шток-уплотнение в условиях запыленности абразивной железорудной пылью носит экспоненциальный характер;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс экспериментальных методик ускоренных испытаний на основе системного подхода, обеспечивающего анализ запыленности воздуха на глобальном, локальном и местном уровне, влияющей на функционирование гидроцилиндров карьерных экскаваторов при эксплуатации в жестких климатических условиях;

изложены доказательства научно обоснованных технических решений и разработок по структуре проведения технического обслуживания по фактическому состоянию на конкретном уровне разукрупнения элементов гидросистемы карьерных гидравлических экскаваторов;

раскрыты особенности процесса ускоренного изнашивания и изменения параметров шероховатости и фрактальной размерности текстуры поверхности штоков силовых гидроцилиндров при эксплуатации экскаваторов в условиях действия высоких температур, гористой местности и повышенной запыленности;

изучены внешние факторы, влияющие на работоспособность элементов гидросистем карьерного экскаватора в условиях повышенной запыленности;

проведена модернизация алгоритмов ускоренных испытаний, обеспечивающих получение новых результатов с корректным использованием известных, проверяемых данных, которые согласуются с опубликованными результатами исследований по теме диссертации и по смежным областям.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и внедрен экспресс-метод диагностирования текущего состояния поверхности штока гидроцилиндра в деятельности компании ООО «Ирбис» при корректировке регламента технического обслуживания и ремонта гидравлических цилиндров экскаваторов (акт (справка) о внедрении от 04.04.2024);

определены перспективы дальнейшего развития исследований по теме диссертации, заключающиеся в технологических решениях по корректировке регламента технического обслуживания элементов гидросистемы экскаватора с учетом специфики его эксплуатации в условиях повышенной запыленности; **создана** система практических рекомендаций по корректировке регламента проведения технического обслуживания силовых гидроцилиндров карьерного экскаватора и расходных элементов гидросистемы в условиях рудника Boukhadra (Алжир);

предоставлены рекомендации по совершенствованию процессов технического обслуживания карьерного экскаватора по фактическому состоянию на основе выбранной стратегии с выделением эшелонов технического обслуживания по фактическому состоянию с сокращением периодичности проведения с коэффициентом 0,5 от норматива.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применены стандартизованные методы неразрушающего контроля при оценке состояния поверхностного слоя штока, использованы средства измерения утвержденного типа, прошедшие поверку, результаты получены на сертифицированном оборудовании;

теория построена на проверяемых данных, фактах, при решении поставленных задач используется комплексный подход, включающий научный анализ и обобщение ранее опубликованных результатов исследований, а также обработку и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований в области горных машин;

идея базируется на анализе и обобщении полученных ранее результатах исследований в области изменения состояния поверхности штоков силовых гидроцилиндров экскаваторов с применением бесконтактного оптического метода измерения топографии поверхности штока в процессе его интенсивного изнашивания;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных в реальных условиях эксплуатации карьерных экскаваторов, показавшие удовлетворительную сходимость;

установлено качественное и количественное соответствие результатов исследования с данными, представленными в работах, опубликованных в открытой печати;

использованы современные оптические методы и приборы оценки состояния поверхности, позволяющие оценить параметры поверхности штока гидроцилиндра при проведении исследований в лабораторных условиях.

Личный вклад соискателя заключается в постановке задач исследований, разработке программы и методики лабораторных

исследований, разработке экспериментального триботехнического стенда, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке публикаций по результатам работы и практических рекомендаций по корректировке регламента технического обслуживания элементов гидросистемы экскаватора.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

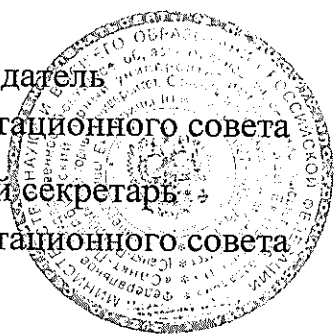
Соискатель Агагена Абдельвахаб ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел обоснованную аргументацию сделанных выводов.

На заседании 17.09.2024 диссертационный совет принял решение присудить **Агагена Абдельвахаб** ученую степень кандидата технических наук за научно обоснованные технические решения по корректировке структуры проведения технического обслуживания карьерных экскаваторов с учетом фактического состояния элементов гидросистемы на конкретном уровне разукрупнения, внедрение которых вносит существенный вклад в совершенствование процессов технического обслуживания карьерного экскаватора.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Зубов

Владимир Павлович

Ковальский

Евгений Ростиславович

17.09.2024 г.