

СПИСОК

членов Диссертационного Совета Д212.132.15 при ФГАОУ ВО НИТУ «МИСиС», присутствовавших на заседании по защите кандидатской диссертации Булеса Петера на тему «Обеспечение надежности работы карьерных гидравлических экскаваторов при их эксплуатации на открытых разработках России» по специальности 05.05.06 – «Горные машины»

от «20» сентября 2016 г., протокол №28

- 1.Подэрни Р.Ю. (председатель), доктор технических наук, 05.05.06, (технические науки);
2. Ляхомский А.В. (заместитель председателя), доктор технических наук, 05.09.03 (технические науки);
- 3.Шешко Е.Е. (ученый секретарь), кандидат технических наук 05.05.06, (технические науки);
4. Бабокин Г.И., доктор технических наук, 05.09.03 (технические науки);
5. Галкин В.И., доктор технических наук, 05.05.06 (технические науки);
6. Дмитриев В.Г., доктор технических наук, 05.05.06 (технические науки);
7. Ершов М.С., доктор технических наук, 05.09.03 (технические науки);
8. Кантович Л.И., доктор технических наук, 05.05.06 (технические науки);
9. Малиновский А.К., доктор технических наук, 05.09.03 (технические науки);
10. Набатников Ю.Ф., доктор технических наук, 05.05.06 (технические науки);
11. Пастоев И.Л., доктор технических наук, 05.05.06 (технические науки);
12. Рахутин М.Г., доктор технических наук, 05.05.06 (технические науки);
13. Шевырев Ю.В., доктор технических наук, 05.09.03 (технические науки);
14. Яхонотов Ю.А., доктор технических наук, 05.05.06 (технические науки);

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.132.15
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС» Минобрнауки России по
диссертации Булеса Петера НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного
совета от 20 сентября 2016 г.
протокол № 28

**О присуждении Булесу Петеру, гражданину Германии, ученой
степени кандидата наук**

Диссертация «Обеспечение надежности работы карьерных гидравлических экскаваторов при их эксплуатации на открытых разработках России» по специальности 05.05.06 – «Горные машины» принята к защите 07.06.2016г., протокол №19, диссертационным советом Д 212.132.15 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»» Минобрнауки России: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д.4/6 (приказ №1127/нк от 23 сентября 2015г.).

Диссертация «Обеспечение надежности работы карьерных гидравлических экскаваторов при их эксплуатации на открытых разработках России» по специальности 05.05.06 – «Горные машины» выполнена в ФГАОУ ВО НИТУ «МИСиС» на кафедре «Горные машины и оборудование» и принята к защите « 7 » июня 2016 г., протокол № 19 диссертационным советом Д212.132.15 на базе НИТУ «МИСиС», 119049, г. Москва, Ленинский пр., д. 4 (приказ № 1120/нк от «23» сентября 2015 г.).

Соискатель Булес Петер, 1964 года рождения, в 1993 году окончил Высшую технико-экономическую школу земли Саар, где выдан диплом с инженера-экономиста. В 2013 г. поступил в заочную аспирантуру ФГБОУ ВПО «Московский государственный горный университет» на кафедру «Горные машины и оборудование», и обучался далее на кафедре «Горные машины и оборудование» Горного института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»» Минобрнауки России по специальности 05.05.06 "Горные машины".

Диссертация выполнена в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»» Минобрнауки России на кафедре «Горное оборудование, транспорт и машиностроение».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Горное оборудование, транспорт и машиностроение»

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» **Подэрни Роман Юрьевич.**

В настоящий момент работает руководителем сервисных служб компании Komatsu Mining Germany в Дюссельдорфе, Германия.

Официальные оппоненты:

1.Захаров Юрий Никитович - доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет» (МАМИ), кафедра ««Горное и нефтегазовое оборудование»,

2. Шварц Лев Израилевич - кандидат технических наук, Главный конструктор проекта. Дирекция по развитию ООО «ИЗ-КАРТЭКС» имени Г.П. Коробкова,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Тульский государственный университет, г. Тула, в своем положительном заключении по работе, обсужденном на заседании кафедры Геотехнологий и строительства подземных сооружений «ТулГУ», подписанным зав. кафедрой д.т.н., проф. Н.М. Качуриным, и к.т.н., доцентом каф. Г.В. Стась, утвержденным проректором по научной работе д.т.н., проф. Кухарь В. Д., указала, что диссертация Булеса Петера «Обеспечение надежности работы карьерных гидравлических экскаваторов при их эксплуатации на открытых разработках России» на соискание ученой степени кандидата технических наук отвечает требованиям пп.9-14 Положения о присуждении ученых степеней. Полученные результаты могут квалифицироваться как решение актуальной научной задачи - разработка технических решений, позволяющих повысить эффективность эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов на карьерах и разрезах РФ.

Решенные в диссертационной работе задачи свидетельствуют о глубоком научно-практическом подходе автора к достижению поставленной цели исследования и охватывают основные вопросы разработки технических решений, позволяющих повысить эффективность эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов на карьерах и разрезах РФ. Научные положения характеризуют поставленную в диссертационной работе проблему как строго научную и актуальную и свидетельствуют о корректном подходе к ее пониманию и решению. В работе обобщен круг задач, связанных с разработкой мероприятий по обеспечению надежности работы карьерных гидравлических экскаваторов при их эксплуатации на открытых разработках России. Полученные в работе выводы и результаты используются в программе замен компонентов на экскаваторах РС 3000 месторождения кимберлитовых руд «им. Гриба» «Верхотинского» ГОКа

Архангельского региона, и РС 5500 железорудного карьера ОАО «КО», а также на экскаваторах типа РС ЗАО «АК АЛРОСА» и ОАО ХК «Якутуголь».

Выбор официальных оппонентов обоснован тем, что доктор технических наук, профессор Захаров Ю.Н. и кандидат технических наук, Шварц Л.И. являются признанными специалистами в области создания и исследования систем современного экскаваторного оборудования.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что ТулГУ имеет в своем составе кафедру горных машин и комплексов, специалисты которой имеют высокую квалификацию и являются лидерами в конкурсах научных программ и грантов Министерства образования и науки РФ.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы (1 из которых, без соавторов), все по теме диссертации (общий объем 1,2 п. л, личный вклад Булеса П. 0,8 п.л.), в ведущих рецензируемых научных журналах:

1.Булес П. К вопросу о надежности мощных гидравлических экскаваторов Komatsu Mining Germany в экстремальных условиях эксплуатации // Маркшейдерский вестник.- 2013.-№ 6, с. 20-23.- М: Издательство «ОАО Гипроцветмет».

2. Подэрни Р.Ю., Булес П. Сравнительный анализ гидравлических и механических экскаваторов с прямой лопатой // Горный журнал.- 2015- № 1, с. 55-61.-М: АО «Издательский дом «Руда и металлы». Личное участие автора диссертации состоит в сопоставительном анализе технических характеристик экскаваторов и осуществлении итоговой оценки преимуществ тех или иных типов машин в конкретных условиях эксплуатации на горных предприятиях.

3. Подэрни Р.Ю., Булес П. Эффективность применения мощных гидравлических экскаваторов – результат повышения их надежности //Горная промышленность.- 2015- № 1, с. 46-51. М: Издатель- Научно-производственная компания «Гемос Лимитед». Личное участие автора диссертации состоит в анализе условий и характеристик надежности гидравлических компонентов машин, учитываемых при эксплуатации мощных гидроэкскаваторов, а также итоговой оценке практических результатов повышения их надежности.

4. Подэрни Р.Ю., Булес П. Экономико-вероятностная модель оценки стоимости эксплуатации, технического обслуживания и оптимального срока службы карьерного гидравлического экскаватора (КГЭ). //Горная промышленность.- 2015.- № 6, с. 52-54. М: Издатель- Научно-производственная компания «Гемос Лимитед». Личное участие автора диссертации состоит в разработке методических основ построения математической модели, введении в ее структуру новых характеристик,

базирующихся на результатах практических исследований гидравлических экскаваторов.

На диссертацию и автореферат поступило 12 положительных отзывов, в том числе 3 отзыва без замечаний, от:

1. **Сибирский государственный индустриальный университет**, подписанный доцентом кафедры Электромеханики, к.т.н. Щербина Г.С.
2. **АО «Лебединский ГОК»**, подписанный гл. инженером Мартинсоном В.Н.
3. **ПАО «Михайловский ГОК»**, подписанный гл. инженером, к.т.н. Козубом А.В.

Остальные 9 положительных отзывов получены с замечаниями:

4. **ООО «Тяжмашсервис»** г. Красноярск, подписанный Генеральным директором, к. т. н. Сергеевым В.Ю. содержит следующее замечание:

1. В работе не затронута тема диагностического мониторинга реального технического состояния карьерного гидравлического экскаватора. В настоящее время существующие современные приборы оперативной диагностики позволяют за короткий срок выявить очень многие нарастающие угрозы поломок и аварий. Такой метод, как вибрационно-акустический, успешно справляется с диагностикой и ранним предупреждением выхода из строя таких важных узлов гидравлического экскаватора, как насосы, гидромоторы и электромашины. Тепловизионный метод находит все большее применение в диагностике порывов рукавов высокого давления, загрязнения фильтров, дефектов манжетных и поршневых уплотнений основных гидроцилиндров и других деталей и узлов. Техническая диагностика, позволяющая получить оперативную информацию о реальном техническом состоянии основных узлов и механизмов гидравлического экскаватора, могла бы быть использована и дополнить систему проведения технического обслуживания, разработанная в работе Булеса.

5. **Архангельскгеолдобыча**, подписанный главным инженером Стахеевым А.Г. содержит следующие замечания:

- Предложенный автором градиент снижения производительности на стр. 16 требует пояснения автором по применению.

- Из автореферата не ясно, какое влияние оказывают на надежность эксплуатации КГЭ экстремальные значения отрицательных температур, в то

время как подконтрольная эксплуатация КГЭ производилась в условиях предприятий Севера России, включая наше предприятие.

6. Институт комплексного освоения недр РАН, подписанный ведущим научным сотрудником, д.т.н. Жариковым И.Ф. содержит следующие замечания:

- В табл. 2 и 3 приводятся технологические карты для наработки 60 тыс. мч, в тоже время остальные зависимости рассматриваются для временного интервала 90 и 120 тыс. мч. Это не позволяет оценить численные значения для увеличенного срока эксплуатации экскаваторов.

- Какие значения коэффициента готовности рекомендуются автором?

7. Гипрошахт, подписанный к.т.н. Аршиновым С.С., содержит замечание:

- Из автореферата не ясно, каким образом учитывались температурные факторы работы экскаваторов на карьерах в условиях Севера, как они влияют на величину показателей надежности и долговечности карьерных гидравлических экскаваторов? эксплуатации

8. ЗАО Стройсервис, подписанный техническим директором, к.т.н. Макаровым В.Н., содержит следующие замечания:

- Не предусмотрен коэффициент погрешности на возникающие ситуации, когда остановка экскаватора на плановый ремонт невозможна, т. к. приведет к большим потерям в связи с невыполнением обязательств перед потребителем, по сравнению с расходами на вероятный аварийный ремонт;

- Не ясна методика применения технической базы и технологических карт периодической замены изнашивающихся компонентов для экскаваторов, по которым на данный момент отсутствует достаточная статистическая база по аварийным отказам.

9. Компания Майнинг Солюшинс, подписанный гендиректором, к.т.н. Даутовым Р.Р. содержит следующие замечания:

- Предложенный автором градиент снижения производительности на стр. 16 требует пояснения автором по применению.

- Из автореферата не ясно, какое влияние оказывают на надежность эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов экстремальные значения отрицательных температур, в то время как подконтрольная эксплуатация карьерных гидравлических экскаваторов производилась в условиях предприятий Севера России.

- В разработанной математической модели оценки стоимости эксплуатации и технического обслуживания экскаватора в соответствии с технологическими картами замены компонентов учитывается временной фактор снижения надежности оборудования в результате его старения и обосновывается целесообразный срок работы экскаватора до списания. Это положение следовало бы проиллюстрировать примерами.

10. Юргинский технологический институт ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», подписанный директором института к.т.н. Ефременковым А.Б. и к.т.н. Коперчуком А.В., содержит замечание:

- Из текста автореферата не ясен критерий, по которому проводилась оптимизация при определении сроков эксплуатации основных компонентов, агрегатов и систем гидравлических экскаваторов и обоснование нормативов превентивных замен критических элементов.

11. Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН подписанный д.т.н. Аксеновым В.В. и научный сотрудник Лаборатории подземной робототехники к.т.н. Беглаковым В.Ю. , содержит следующие замечания:

- В тексте встречается единица измерения «мч», значение которой не расшифровывается, очевидно, речь идет о моточасах, но сокращенно «мч» (без точек) по правилам идентифицируется как «милличас».

- В тексте неоднократно «неосторожно» употребляется термин «оптимальный», например: (стр. 4) фраза «разработке оптимальной комбинированной стратегии» отвергает возможность в будущем разработать более совершенную стратегию, (стр. 13) фраза «позволяющая выработать оптимальный срок службы КГЭ» исключает зависимость срока от изменчивых условий. А, если речь идет об оптимизированных результатах, то не указаны конкретные критерии (условия), по которым велась оптимизация.

12. ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», подписанный д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Горные машины и комплексы» Гилевым А.В. и д.т.н., доцентом Демченко И.И., содержит следующие замечания:

- Обеспечение надежности работы карьерных гидравлических экскаваторов ограничивается только их эксплуатацией на открытых разработках России (см. название работы). А на стр. 11 автореферата написано, что «аналогичные данные гистограмм распределения наработок на отказ были получены при эксплуатации пяти РС5500 на карьерах в Австралии» и далее на карьерах Колумбии. Чем условия эксплуатации экскаваторов в России отличаются от других стран? Почему при описании «Практическое значение исследования»

(стр. 5) сделано уточнение «впервые для экскаваторов, эксплуатирующихся в условиях РФ»?

- Также в качестве недостатка хотелось бы отметить некоторую небрежность при оформлении таблиц 2 и 3, шрифт которых плохо читается. В то же время в самих таблицах имеются совершенно пустые строки и столбцы.

Во всех отзывах дана общая положительная оценка диссертации, отмечена актуальность темы, новизна и практическая значимость исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований (соответствуют пп.1, 2 паспорта специальности 05.05.06):

- **разработана** новая научная идея, заключающаяся в определении оптимальных сроков эксплуатации основных компонентов, агрегатов и систем КГЭ и обосновании рациональных нормативов превентивных замен критических элементов КГЭ, обеспечивающих заданные коэффициенты технической готовности (уровни надежности) оборудования, позволяющие продлять сроки их эксплуатации до заданных пределов.

- **выполнен** сопоставительный анализ технологических характеристик современных канатных и гидравлических карьерных экскаваторов и дана оценка перспектив их применения на горных предприятиях РФ;

- **разработаны** методы получения данных о надежности (отказах, времени восстановления и готовности) компонентов КГЭ и обработки массивов статистических наблюдений, для определения количественных значений исследуемых СВ, установлены статистические закономерностей их распределения;

- **разработана** номенклатура учета отказов компонентов ГЭ и проведена оценка коэффициентов их готовности применительно к конкретным горным предприятиям;

- **разработаны** блок-схемы КГЭ, отражающие функциональные связи всех систем и механизмов в общей структуре экскаватора в их взаимодействии;

- **сформирован** исходный комплект технической базы экскаваторов компании KMG, учитывающий сроки службы и нормы трудовых затрат на замену и обслуживание их компонентов;

- **разработаны** графики комбинированной замены компонентов (стратегии обслуживания) КГЭ, обеспечивающие заданные уровень готовности его к работе и установленный срок службы до списания.

- **разработана** математическая модель оценки изменения стоимостных показателей эксплуатации КГЭ, показывающая уровень его готовности к работе, позволяющая оптимизировать расходы на эксплуатацию в течение устанавливаемого срока его работы до списания, учитывающая ставки дисконтирования, снижение надежности оборудования в результате его старения

Теоретическая значимость исследования и новизна обоснованы тем, что:

- **установлена** последовательность функциональных связей систем и механизмов КГЭ при их взаимодействии, реализуемых в универсальной обобщенной блок-схеме КГЭ, а также определены сроки наработки и последовательности замен выработавших ресурс компонентов КГЭ;

- **разработана** оптимальная комбинированная стратегия обслуживания КГЭ, обеспечивающая заданный уровень готовности его к работе;

- **установлена** зависимость снижения уровня надежности оборудования КГЭ от временного фактора при увеличении срока его службы, обуславливающей снижение текущих показателей МТBF и увеличения MTTR по сравнению с нормативными;

- **выявлены** четыре основных периода интенсивности потока отказов (частоты) и установлены закономерности их изменения от времени наработки КГЭ;

- **разработана** математическая модель оценки изменения стоимостных показателей эксплуатации КГЭ, позволяющей оптимизировать расходы на эксплуатацию в течение устанавливаемого срока его работы до списания с учетом ставки дисконтирования, темпа снижения надежности оборудования в результате его старения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается внедрением их в упомянутые выше научно-технические разработки.

Практическое значение исследования состоит в разработке (впервые для экскаваторов, эксплуатирующихся в условиях РФ):

- номенклатуры фиксируемых отказов и методики оценки коэффициентов готовности применительно к КГЭ, используемых на конкретных горных предприятиях;

- группировки основных компонентов ГЭ производства компании KMG, на функциональные группы, сбалансированные по ресурсу и среднему нормативному сроку службы;

- исходного комплекта технической базы экскаваторов компании KMG, учитывающего стоимость, сроки службы и нормы трудовых затрат на замену и обслуживание их компонентов;
- регламентных таблиц-графиков комбинированной замены компонентов, являющихся основой оптимальной стратегии обслуживания КГЭ, устанавливающей сроки периодических замен компонентов с учетом часовой стоимости компонентов и трудозатрат на их замену и обслуживание.

Полученные в работе выводы и результаты рекомендуются к использованию в Российских организациях, занимающихся разработкой и созданием карьерных гидравлических экскаваторов, также организацией их сервиса.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью постановки задач исследований, научными положениями, выводами и рекомендациями, базирующимися на современных научных методах исследований (систематизация и анализ литературных источников; анализ и обобщение статистических наблюдений; теория планирования эксперимента и математические методы обработки данных; методы теории вероятностей и математической статистики) а так же получением показателей надежности с высокой достоверной вероятностью и величиной относительной ошибки не более $\leq 0,1-0,2$ как для гидравлических систем в целом, так и для элементов основных функциональных групп гидравлических систем.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании цели и идеи работы, постановке задач, в выборе методов исследования, обработке, анализе и интерпретации данных расчетов, разработке рекомендаций и в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В диссертации отсутствуют материалы без ссылки на источник заимствования, а также ссылки на неопубликованные работы автора.

Диссертация Булеса Петера соответствует критериям пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», так как в ней дано новое решение актуальной научной задачи – повышения эксплуатационной надежности и долговечности КГЭ за счет реализации экономически обоснованной стратегии превентивной замены его изнашивающихся компонентов по программе, базирующейся на статистических показателях их наработки на отказ, обеспечивающей как высокий уровень технической готовности экскаватора к работе, так и выбранный предприятием срок его эксплуатации до списания, что имеет большое значение для расширения области применения КГЭ на горных предприятиях РФ, а её автор Булес Петер заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

На заседании от 20 сентября 2016 года, протокол №28 диссертационный совет принял решение присудить Булесу Петеру ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человека, из них 8 докторов по специальности 050506 , участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за - 14, против - нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета

проф., докт. техн. наук

Секретарь

диссертационного совета

проф., канд. техн. наук

Яхонский А.В.

Пешко Е.Е.