

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

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 29.09.2023 № 28

О присуждении Ахмерову Эрику Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Снижение энергоемкости процесса выемки взорванной горной массы использованием самозатачивающихся зубьев ковша экскаватора» по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины принята к защите 26.07.2023, протокол заседания № 19, диссертационным советом ГУ.2 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 14.11.2022 № 1772 адм.

Соискатель, Ахмеров Эрик Викторович, 28 февраля 1996 года рождения, в 2019 году с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 01.10.2019 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» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, старший научный сотрудник **Болобов Виктор Иванович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра машиностроения, профессор.

Официальные оппоненты:

**Шишлянников Дмитрий Игоревич**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный

исследовательский политехнический университет», кафедра горной электромеханики, профессор;

**Кузиев Дильшад Алишерович**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», кафедра горного оборудования, транспорта и машиностроения, доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»**, г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанном Лагуновой Юлией Андреевной, доктором технических наук, профессором, заведующей кафедрой горных машин и комплексов, Шестаковым Виктором Степановичем кандидатом технических наук, профессором, секретарем заседания и утвержденном Апакашевым Рафаилом Абдрахмановичем, доктором экономических наук, профессором, проректором по науке, указала, что, по результатам компьютерного моделирования разработана конфигурация заготовки зуба ковша, обеспечивающая при штамповке заданную деформацию нижней части зуба ковша экскаватора за счет эффекта «самозатачивания» зуба. Разработаны рекомендации по совершенствованию технологического процесса изготовления зубьев ковша экскаватора, заключающиеся в дополнительной операции высокотемпературной термомеханической обработки, повышающей твердость и износостойкость материала зубьев в 1,4 раз.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе 1 статья - в издании 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), 3 статьи - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получен 1 патент.

Общий объем – 2,5 печатных листов, в том числе 1,2 печатных листов - 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. Болобов, В.И. Влияние формы зубьев ковша на энергию затрачиваемую экскаватором при работе по крупнокусковым горным породам / В.И. Болобов, **Э.В. Ахмеров**, И.В. Ракитин // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. - 2022. - №17-1. - С. 179-185 (№2360 Перечня, ред. от 23.09.2022).

*Соискателем проведено численное моделирование методом дискретных элементов процесса перемещения зуба ковша карьерного экскаватора в массиве взорванной горной массы с последующим анализом роста уровня сопротивления породы экскавации в зависимости от степени изношенности зуба.*

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus:

2. Bolobov, V.I. Influence of rock type on regularities of excavator bucket tooth crown wear / V.I. Bolobov, **E.V. Akhmerov**, I.V. Rakitin // MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin. - 2022. - № 6-2. - P. 189-204.

*Соискателем проводилось исследование закономерности процесса изнашивания коронок зуба ковша экскаватора, в зависимости от работы по крупнокусковой и мелкодисперсной абразивной горной породе, за счет анализа характера изменения геометрического профиля зуба, расположения, вида и размеров дефектов на нижней и верхней его поверхности и твердометрического анализа поверхностей зуба, на основании которых сделан вывод о различии в механизме изнашивания верхней и нижней сторон зуба при работе по взорванной горной массе.*

3. Bolobov, V.I. Comparative wear resistance of existing and prospective materials of fast-wearing elements of mining equipment / V.I. Bolobov, S.A. Chupin, **E.V. Akhmerov**, V.A. Plaschinskiy // Materials Science Forum – 2021. – Vol. 1040. – PP. 117–123.

*Соискателем проводились экспериментальные исследования по сравнению стойкости к абразивному изнашиванию при контакте с высокоабразивной горной породой материалов, применяемых для изготовления быстроизнашиваемых элементов горнодобывающего и горно-обогатительного оборудования.*

4. Bolobov, V.I. The effect of finely divided martensite of austenitic high manganese steel on the wear resistance of the excavator buckets teeth / V.I. Bolobov, S.A. Chupin, V.S. Bochkov, **E.V. Akhmerov**, V.A. Plaschinskiy // Key Engineering Materials – 2020. – Vol. 854. – PP. 3-9.

*Соискателем проведена высокотемпературная термомеханическая обработка образцов из стали 110Г13Л. Выполнена экспериментальная часть работы по абразивному изнашиванию образцов по специально разработанной методике.*

Публикации в прочих изданиях:

5. Болобов, В.И. Влияние изменения формы зубьев ковша экскаватора в процессе экскавации разрушенных гранитных пород на потребляемую им мощность / В.И. Болобов, И.В. Ракитин, **Э.В. Ахмеров** // Сборник научных трудов Международного семинара «Нанозифика и наноматериалы». – Санкт-Петербургский горный университет, 2020. – С. 307-314.

*Соискателем проведено математическое моделирование процесса взаимодействия зубьев различной степени изношенности с разрушенной гранитной массой.*

Патенты:

6. Патент РФ № 2779978, Российская федерация МПК E02F 9/28 (2006.01), B21J 5/02 (2006.01). «Способ изготовления зуба ковша экскаватора». Заявка № 2022108356. Дата приоритета: 30.03.2022. Дата регистрации: 16.09.2022. Авторы: Болобов В.И., **Ахмеров Э.В.**, Ракитин И.В. Заявитель: СПбГУ. – 16 с.

*Соискателем проведен патентный поиск, а также описан технологический процесс изготовления зуба ковша экскаватора, обладающего в процессе эксплуатации эффектом самозатачивания.*

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

- Международная научно-практическая конференция «Иновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2020», 23-24 апреля 2020 г., Санкт-Петербург.

- Международный семинар «Нанозифика и Наноматериалы» (НиН-2020), 25-26 ноября 2020 г., Санкт-Петербург.

- IV Международная научно-практическая конференция «Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование», 26-28 октября 2021 г., Санкт-Петербург.

- Научная конференции студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение», 24-28 апреля 2023 г., Санкт-Петербург.

В диссертации Ахмерова Эрика Викторовича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: главного научного сотрудника Центра научных компетенций ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», д.т.н., профессора **Г.Ш. Хазановича**; профессора кафедры «Горное дело» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», д.т.н., профессора **Н.И. Сысоева** и доцента той же кафедры, к.т.н. **Д.А. Гринько**; профессора кафедры горных машин и комплексов ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», д.т.н., профессора **Л.Е. Маметьева**; начальника 31 лаборатории НИЦ «Курчатовский институт» – «ЦНИИ КМ «Прометей», д.т.н., профессора **В.В. Цуканова**; профессора отделения нефтегазового дела Инженерной школы природных ресурсов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», д.т.н., профессора **П.В. Буркова**; заведующего кафедрой Промышленных технологий ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», д.ф.-м.н., профессора **Д.А. Филиппова** и проректора по научной работе, д.т.н., доцента **А.Б. Ефременкова**.

В отзывах дана положительная оценка 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 отмечены ряд замечаний:

1. В диссертационной работе отсутствуют результаты прямых сравнительных испытаний зубьев на реальных ковшах экскаваторов типа ЭКГ заводской конструкции и предложенного варианта зубьев, изготовленных с использованием операции высокотемпературной термомеханической обработки (д.т.н. **Г.Ш. Хазанович**).

2. В работе рассматривается только вариант симметричной установки зубьев относительно плоскости днища ковша без учета изменения вектора скорости передней кромки ковша в период зачерпывания горной массы (д.т.н. **Г.Ш. Хазанович**).

3. Из автореферата не ясно, почему в имитационной модели процесса движения зуба при экскавации взорванной горной массы (рисунок 2) в среде Rocky DEM использовались частицы сферической формы, а не форма полигидрона, которая лучше соответствует реальной форме кусков горной породы (д.т.н. **Н.И. Сысоев**).

4. Из автореферата не ясно, почему при использовании программной среды Rocky DEM автором не применялся встроенный инструмент износа

(Wear) для моделируемой геометрии, основанный на законе Арчарда, а вместо этого поочередно моделировались профили зуба после экскавации различной массы взорванной скальной породы (по данным А.В. Макушенко) (д.т.н. **Н.И. Сысоев**).

5. Предлагаемый автором способ снижения энергоемкости процесса выемки взорванной горной массы основан на совершенствовании технологии изготовления зубьев ковша экскаватора, обеспечивающей эффект «самозатачивания». Однако самозатачиванием считается сохранение или уменьшение проекции площадки затупления, что в данном случае не происходит (д.т.н. **Н.И. Сысоев**).

6. Из материалов автореферата неясно, какое влияние на процесс изнашивания зубьев оказывает коэффициент заполнения ковша экскаватора ЭКГ взорванной породой (д.т.н. **Л.Е. Маметьев**).

7. В формулировке задачи №4 можно было бы оставить только постановочную часть без повторного описания цели диссертационной работы (д.т.н. **Л.Е. Маметьев**).

8. На стр.10 автореферата (абзац 2) несколько завышены показатели твердости (59,8 и 61,6 HRC) на поверхности зуба. Относится это к стали Гадфильда, или к другому материалу - в тексте автореферата не указано (д.т.н. **В.В. Цуканов**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** научно-обоснованные рекомендации по совершенствованию технологического процесса изготовления зубьев ковша экскаватора с использованием операции высокотемпературной термомеханической обработки, обеспечивающей снижение удельной энергоемкости процесса.

**предложены** оригинальные методики использования средств компьютерного моделирования для определения характера воздействия породы на поверхности зуба в процессе экскавации, а также определение степени износа зуба, исходя из интенсивности изнашивания материала.

**доказано** положительное влияние высокотемпературной термомеханической обработки зубьев ковша экскаватора, выражающееся в снижении скорости абразивного изнашивания.

**введена** измененная трактовка эффекта «самозатачивания» зуба ковша экскаватора, заключающаяся в обеспечении сохранения симметричности его профиля за счет равной скорости изнашивания нижней и верхней части.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:** **доказана** зависимость увеличения сопротивления внедрению ковша в горную массу от изменения геометрического профиля зуба в процессе эксплуатации, а также наличие прямо пропорциональной зависимости между скоростью изнашивания материала и величиной приложенной нагрузки.

применительно к проблематике диссертации эффективно **использован** комплекс методов исследования, обеспечивающих получение обладающих новизной результатов.

**изложены** факторы, оказывающие существенное влияние на энергоемкость процесса экскавации взорванной горной массы, а также способы повышения износостойкости при абразивном характере изнашивания.

**раскрыты** различия в характере изнашивания верхней и нижней части зуба ковша экскаватора.

**изучена** связь между характером воздействия на поверхность зуба в процессе выемки взорванной горной массы и скоростью изнашивания зуба.

**проведена модернизация** технологического процесса изготовления зубьев ковша экскаватора за счет внедрения операции высокотемпературной термомеханической обработки с использованием конфигурации заготовки, что обеспечивает их равномерное изнашивание.

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

**разработаны и внедрены** в производственный процесс на предприятии ООО «ПЗ-КАРТЭКС ИМЕНИ И.Г. Коробкова» методы математического моделирования, позволяющие анализировать взаимодействия рабочего инструмента карьерного экскаватора с взорванной горной массой.

**определены** перспективы практического использования методов изготовления быстро изнашиваемых элементов горных машин.

**создана** система практических рекомендаций по рационализации конструкции заготовки, обеспечивающей при штамповке повышенную интенсивность деформации металла в нижней части зуба.

**представлены** предложения по совершенствованию процесса изготовления зуба ковша экскаватора для снижения энергоемкости процесса экскавации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: **для экспериментальных работ** результаты твердометрического анализа получены на сертифицированном оборудовании, предварительно прошедшем

юстировочные испытания; показана воспроизводимость результатов исследования.

**теория** построена на фундаментальных положениях, посвященных влиянию высокотемпературной термомеханической обработки на абразивную износостойкость металлических материалов, в т.ч. согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации.

**идея базируется** на анализе известных результатов практики и экспериментальных исследований, а также обобщении передового опыта в области повышения износостойкости быстроизнашивающихся частей рабочего оборудования горных машин.

**использованы** сравнения данных по визуальному и твердометрическому анализу поверхностного слоя изношенных зубьев ковша экскаватора с ранее описанными закономерностями характера изнашивания.

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов в области повышения износостойкости с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

**использованы** современные методики обработки результатов экспериментальных исследований и математического моделирования.

**Личный вклад соискателя состоит в** постановке цели и задач научного исследования; анализе зарубежной и отечественной научной литературы, посвященной установлению закономерностей процесса изнашивания зубьев ковшей экскаваторов; проведении экспериментальных и теоретических исследований, необходимых для подтверждения эффективности предлагаемых технологических решений, разработке рекомендаций по совершенствованию технологического процесса изготовления зубьев ковша экскаватора для обеспечения эффекта их «самозатачивания» в процессе эксплуатации; участии в написании научных статей по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Ахмеров Э.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 29 сентября 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Ахмерову Э.В. ученую степень кандидата технических наук за новое научно обоснованное технологическое решение, позволяющее снизить энергоемкость выемки взорванной горной массы использованием самозатачивающихся зубьев ковша карьерного экскаватора, имеющее существенное значение для развития горной отрасли страны.

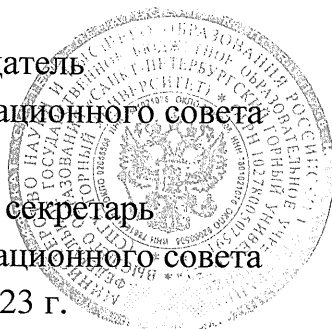


При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета

29.09.2023 г.



Зубов  
Владимир Павлович

Ковальский  
Евгений Ростиславович