



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 науке Федерально-  
го  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего образования «Уральский  
государственный горный универси-

тет» **В.А. Алакашев**, доктор наук, профессор

**В.А. Алакашев**

«07» сентября 2023 г.



**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» на диссертацию **Ахмерова Эрика Викторовича** на тему «Снижение энергоемкости процесса выемки взорванной горной массы использованием самозатачивающихся зубьев ковша экскаватора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины.

На отзыв представлена рукопись диссертации полным объемом 113 страниц, состоящая из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 127 наименований, 2 приложений; содержит 55 рисунков, 7 таблиц. Содержание автореферата диссертации изложено на 18 страницах, включает 14 рисунков.

**1. Актуальность темы исследования**

Основным средством механизации выемочно-погрузочных работ на открытых горных работах является карьерный экскаватор. При экскавации взорванной горной массы зубья ковша подвергаются интенсивному силовому воздействию, что приводит к повышенному износу зубьев, нарушению их геометрического профиля и, в конечном счете, росту энергоемкости процесса экскавации.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-329 от 19.09.23  
АУ ВС

В современных экономических условиях при ограниченности материальных и энергетических ресурсов первостепенное значение приобретает проблема создания ресурсосберегающего оборудования.

Таким образом, диссертационная работа Ахмерова Эрика Викторовича, посвященная решению актуальной задачи снижения энергоемкости экскавации взорванной горной массы, является актуальной и имеет теоретическую и практическую значимость.

## **2. Научная новизна защищаемых положений**

Научная новизна, полученная в ходе выполнения диссертационного исследования и сформулированная автором диссертации, в целом, не вызывает сомнений.

Автором на экспериментальной установке выявлены закономерности абразивного изнашивания зубьев ковша экскаватора при высокотемпературной термомеханической обработке материала зубьев ковша экскаватора для повышения твердости и износостойкости материала зубьев ковша.

К числу основных результатов, полученных лично автором диссертационной работы и обладающих научной новизной, относятся:

- на основе проведенного анализа результатов экспериментальных исследований определено, что на энергоемкость процесса экскавации взорванной горной массы существенное влияние оказывает изменение первоначального геометрического профиля зуба, заключающегося в потере симметричности его формы и образования площадки притупления на нижней поверхности зуба;

- обоснована по результатам компьютерного моделирования конфигурация заготовки, обеспечивающей при штамповке заданную интенсивность деформации металла нижней части зуба;

- установлено, что высокотемпературная термомеханическая обработка материала зубьев повышает их твердость и износостойкость до 1,4 раз.

Выводы, сделанные автором, несут в себе новые знания и являются важными при создании самозатачивающихся зубьев ковша экскаватора.

## **3. Степень обоснованности защищаемых положений, выводов и рекомендаций**

Диссертация Ахмерова Эрика Викторовича по структуре и содержанию соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, паспорта специальности 2.8.8 – Геотехнология, горные машины по п. 15 «Методы и средства повышения эксплуатационных характеристик и надежности горных машин и оборудования, в том числе за счет обоснования рациональных режимов их функционирования на открытых и подземных горных работах».

В диссертации автором получены новые научные результаты:

- компьютерное моделирование, проведенное на основе замеров твердости и анализа вида различных участков поверхности изношенного зуба, выявило, что в процессе перемещения зуба в массиве взорванной горной массы ниж-

няя и верхняя его поверхности, испытывая воздействие близких по величине сил сопротивления породы, подвергаются различным видам изнашивания; верхняя – ударно-абразивному, а нижняя – абразивному, что вызывает интенсивное изнашивание нижней части зуба с потерей симметричности его формы;

- аналитически, то есть расчетным путем показано, что применение зубьев с повышенной износостойкостью их нижней части, обеспечивающей эффект «самозатачивания», снижает до 40 % величину сопротивления взорванной горной породы экскавации за срок эксплуатации зубьев.

Полученные результаты обосновываются корректностью использования проверяемых данных и согласуются с опубликованными исследованиями по теме диссертации.

Степень обоснованности научных положений базируется на анализе и обобщении теоретических исследований, на планировании и обработке результатов эксперимента, с учетом имитационного моделирования процесса взаимодействия зубьев ковша экскаватора со взорванной горной массой.

Разработанные автором теоретические положения, а также практические рекомендации являются результатом самостоятельного исследования и представляют собой научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические решения по обоснованию параметров заготовки зуба и внедрения операции высокотемпературной термомеханической обработки при изготовлении зубьев ковша.

#### **4. Достоверность защищаемых положений, выводов и рекомендаций**

Положения, вынесенные на защиту, выводы и рекомендации, приведенные в диссертации, представляются достоверными, так как теоретические исследования проведены с использованием стандартных методов математического и имитационного моделирования взаимодействия зубьев ковша экскаватора с горной массой.

В работе использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике, установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в научных изданиях.

Научные положения и полученные результаты диссертационного исследования подтверждаются значительным объемом анализа результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований, высокой сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований. Выводы автора носят объективный характер.

Основные положения диссертационной работы, вынесенные на защиту, результаты теоретических исследований и моделирования докладывались и получили положительную оценку на ряде международных конференций.

#### **5. Практическая значимость диссертационной работы**

По результатам компьютерного моделирования разработана конфигурация заготовки зуба ковша, обеспечивающая при штамповке заданную деформацию.

цию 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 до 1,4 раз.

## 6. Замечания по диссертационной работе

6.1. Цель исследования и научная новизна сформулированы некорректно: «...**снижение энергоемкости** процесса выемки взорванной горной массы экскаваторами типа ЭКГ **разработкой** научно обоснованного решения...»; и далее что значит «алгоритмически-расчетным»?

6.2. В диссертационной работе обосновано применение заготовки зуба ковша экскаватора определенной конфигурации, позволяющей при штамповке сконцентрировать интенсивность деформации металла в нижней части зуба. Однако не понятно, каким образом при штамповке интенсивность деформации металла концентрируется именно в нижней части зуба?

6.3. Вводится новый термин «симметричность формы зуба ковша экскаватора». Вместе с тем, геометрические параметры режущей части зуба несимметричны (передний и задний углы, угол заострения).

6.4. Не понятно, каким образом в процессе экскавации взорванной горной массы износ зубьев стал ударно-абразивным при скорости копания  $V_{\text{коп}} = 1$  м/с.

6.5. На стр. 33 фраза «С помощью компьютерного моделирования восстановлен боковой профиль исходных коронок», каким образом это выполнено? Видимо имелось в виду «...профиль до износа по рабочим чертежам зубьев».

6.6. Для моделирования силового взаимодействия взорванной скальной породы с зубом автором предложено использовать объемную модель, основанную на применении конечных элементов (с. 41), такие модели используются для исследования напряженно-деформированного состояния, как ее можно применять для исследования износа автор не поясняет? Не указаны также границы применимости физической модели.

6.7. Пункт 2.2.2 озаглавлен «Алгоритм создания имитационной модели», но полного описания модели не приведено. Нет описания работы программного модуля, нет рекомендаций подготовки исходных данных.

6.8. Не приведена модель нагружения на зуб. Как определены действующие на зуб усилия, как определена площадь поверхности зуба приложения нагрузок. Полученные результаты расчета напряжений на рис. 2.13 очень малы (1 – 1,2 МПа). Эксперименты для образца проводились при 2,64 МПа (с. 68).

6.9. Несоответствие значений графика по рис. 2.18 и табл. 22. В таблице усилие сопротивления порядка 200 - 500 кН, а на графике на 1 зуб 5-18 кН, т.е. при 6 зубьях будет 30-100 кН.

6.10. Автором для расчета износа зуба предложена формула, включающая  $P_{\text{уд}}$  – удельную нагрузку (с. 68), но приведены формулы расчета этой нагрузки на зуб экскаватора по мере его износа.

6.11. На с. 93 приведен график, на котором сила сопротивления максимальная 17 кН, непонятно, что это за значение. По паспорту ЭКГ-5 наибольшее усилие на подвеске коша 500 кН.

6.12. Текст диссертации имеет множество несуразностей и путаницы в терминологии. Что такое «штатный зуб»? (с. 8). «Горные породы – **субъект**, с которым **осуществляется взаимодействие** при разработке месторождений для изменения их агрегатного состояния, представляют собой минералы, слагающих земную кору в виде **обособленных тел**. Они обладают рядом **физико-технологических свойств**, такими как плотность, пористость, крепость, твердость, абразивность, трещиноватость» (с. 14). Когда горная порода стала субъектом? Перечисленные свойства являются физико-механическими, а не технологическими?! На с. 18 автор приводит не верную классификацию. Бульдозер и погрузчик не являются выемочно-погрузочной техникой и не относятся к классу одноковшовых экскаваторов, это выемочно-транспортирующие машины, так как главным параметром у них является номинальное тяговое усилие, которое зависит от типа базовой машины (трактора, тягача). На рис. 1.4 неправильное обозначение поз.2, -это опорно-поворотное устройство, а не поворотная платформа.

## 7. Заключение по диссертации

Диссертация выполнена на современном уровне, соответствует установленным требованиям. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

По теме диссертационной работы опубликовано 6 печатных работ, в том числе 1 статья – в изданиях из перечня ВАК, 3 статьи – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получен 1 патент на изобретение, содержание которых полностью отражает основные научные и практические результаты.

В целом, диссертационная работа по актуальности темы, постановке и решению задач исследования, научным результатам и практическому значению представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по снижению энергоёмкости процесса экскавации взорванной горной массы при использовании самозатачивающихся зубьев ковша экскаватора.

Диссертационная работа на тему «Снижение энергоёмкости процесса выемки взорванной горной массы использованием самозатачивающихся зубьев ковша экскаватора» соответствует п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 18.03.2023), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор, Ах-

**меров Эрик Викторович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации **Ахмерова Эрика Викторовича** на тему «Снижение энергоемкости процесса выемки взорванной горной массы использованием самозатачивающихся зубьев ковша экскаватора» обсужден и утвержден на заседании кафедры «Горные машины и комплексы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» (протокол № 1 от 06.09.2023 года).

Заведующая кафедрой  
горных машин и комплексов  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Уральский государственный  
горный университет», д-р техн. наук, профессор

Лагунова  
Юлия Андреевна

Секретарь заседания  
канд. техн. наук, профессор,

Шестаков Виктор  
Степанович

*Подпись Лагуновой Юлии Андреевны – председателя заседания и Шестакова  
Виктора Степановича – секретаря заседания заверяю*  
Начальник ОК ФГБОУ ВО «УГГУ»

Начальник ОК ФГБОУ ВО «УГГУ»

Сабанова Татьяна  
Борисовна

**Сведения о ведущей организации:**

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

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

Официальный сайт: [www.ursmu.ru](http://www.ursmu.ru)

e-mail: [office@ursmu.ru](mailto:office@ursmu.ru)

Тел.: +7 (343) 257-45-25, 283-01-12

