

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента
Шишлянникова Дмитрия Игоревича 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 диссертационной работы и ее автореферат. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Содержание диссертации составляют 113 страниц машинописного текста, содержащего 55 рисунков, 7 таблиц, библиографический список из 127 наименований. Содержание автореферата изложено на 18 страницах машинописного текста, в составе которого 14 рисунков.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Увеличение объемов и повышение интенсивности разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом обуславливает необходимость создания всё более совершенных выемочно-погрузочных машин, оснащенных рабочими органами нового технического уровня. В настоящее время на открытых горных работах широкое распространение получили одноковшовые экскаваторы, применение которых обеспечивает высокую производительность и минимальные удельные энергозатраты при выемке горной массы и погрузке её в средства транспорта. Одним из путей расширения области использования, повышения долговечности и надежности рабочего оборудования экскаваторов является совершенствование технологического процесса изготовления зубьев их ковшей. В этой связи, теоретические и экспериментальные исследования процесса износа зубьев ковшей экскаваторов, а также разработка способов

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-219 от 05.09.23
АУ УС

длительного сохранения конструктивных параметров зубьев ковшей при производительной работе экскаваторов являются актуальными.

2. Научная новизна диссертации

Научную новизну представленной на отзыв диссертации отражают следующие аспекты:

- теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что в процессе перемещения зуба ковша экскаватора в горной массе его изнашивание по верхней и нижней поверхностям осуществляется неравномерно; при этом нижняя поверхность зуба изнашивается, как правило, интенсивней, что обуславливает изменение геометрических параметров зуба и его затупление;

- показано, что упрочнение нижней поверхности зуба ковша экскаватора обеспечивает эффект самозатачивания зуба, что положительно сказывается на энергетических показателях процесса выемки горной массы при работе одноковшовых карьерных экскаваторов.

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

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, обоснованы и достоверны, так как они базируются на результатах известных работ ведущих отечественных и зарубежных ученых в области исследований процессов абразивного изнашивания породоразрушающего инструмента и рабочего оборудования горных машин, а также на представительных результатах экспериментальных исследований, выполненных автором.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины по пункту 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».

4. Научные результаты, их ценность

Научные результаты, полученные в диссертационном исследовании, сформулированы автором в двух положениях, выносимых на защиту.

1. Причиной потери симметричности зубьев ковша экскаватора типа ЭКГ при выемке взорванной горной массы, приводящей к повышению до 3 раз сопротивления породы перемещению в ней зуба, является различие в преобладающем направлении силового воздействия кусков породы на зуб – по нормали к верхней и касательно относительно нижней поверхности, что определяет более интенсивное изнашивание нижней поверхности.

2. Внедрение операции высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) в технологический процесс изготовления зуба ковша экскаватора с использованием конфигурации заготовки, позволяющей при штамповке сконцентрировать повышенную интенсивность деформации металла в нижней части зуба, обеспечивает эффект его «самозатачивания» в процессе эксплуатации, что способствует снижению до 1,3 раз энергоемкости процесса выемки взорванной горной массы по сравнению с зубьями, изготовленными по существующей технологии.

При доказательстве *первого защищаемого положения* соискателем выполнен анализ особенностей процесса изнашивания рабочих поверхностей зубьев ковшей карьерных экскаваторов. Показано, что процесс изнашивания характеризуется укорочением зубьев ковшей, потерей симметричности их формы, что сопровождается увеличением радиуса притупления режущей кромки и образованием на нижней поверхности площадки притупления.

Автором выполнено компьютерное моделирование процесса изнашивания зуба ковша экскаватора в программной среде *Rocky DEM*. По результатам моделирования доказано, что доминирующим видом изнашивания на верхней поверхности зуба является ударно-абразивное, а на нижней – абразивное. Результаты компьютерного моделирования согласуются с данными инженерно-технических служб горных предприятий, осуществляющих эксплуатацию и ремонт карьерных экскаваторов.

Из технической литературы известно, что ударно-абразивное

изнашивание деталей, выполненных из высокомарганцовистых сталей, протекает с меньшей скоростью чем абразивное изнашивание. Указанное обуславливает потерю симметричности формы зубьев ковшей при работе карьерных экскаваторов, затупление зубьев, повышение нагрузок на рабочее оборудование и увеличение удельных энергозатрат при экскавации горной массы ковшами с затупленными зубьями.

При *доказательстве второго защищаемого положения* показано, что потеря симметрии зуба ковша экскаватора, возникающая вследствие интенсивного изнашивания его нижней части, может быть предотвращена посредством повышения износостойкости металла нижней поверхности зуба. Автором предложено в процессе изготовления зубьев ковшей экскаваторов использовать высокотемпературную термомеханическую обработку заготовок для формирования в их поверхностном слое зоны повышенной твердости и износостойкости. Указанное достигается использованием заготовок специально рассчитанной конфигурации, обеспечивающей получение металлом нижней части заготовки заданной величины пластической деформации и, как следствие, повышенную твердость и износостойкость.

Теоретические выводы подтверждены автором экспериментально на специально разработанном стенде. Доказано, что применение высокотемпературной термомеханической обработки заготовок позволяет повысить относительную износостойкость материала зубьев ковшей экскаваторов в 1,4 раза.

Внедрение операции высокотемпературной термомеханической обработки в технологический процесс изготовления зубьев ковшей экскаваторов с использованием конфигураций заготовок, позволяющих при штамповке сконцентрировать повышенную интенсивность деформации металла в нижней части зубьев, обеспечивает эффект их самозатачивания в процессе эксплуатации. Использование ковшей с самозатачивающимися зубьями обусловит снижение удельных затрат энергии процесса выемки горной массы по сравнению с зубьями, изготовленными по существующей

технологии.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в том числе в 1 статье – в издании из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее - перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования *Scopus*. Получен патент на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований, выполненных соискателем при подготовке диссертации, заключается в следующем.

1. Экспериментально подтверждена линейная зависимость интенсивности абразивного изнашивания металлических образцов от прилагаемых к ним удельных нагрузок, что позволяет экстраполировать результаты экспериментов по абразивному изнашиванию образцов материала зуба на натурные зубья ковшей экскаваторов и рассчитывать убыль фиксированного размера зуба за заданный путь трения при его эксплуатации.

2. Результатами компьютерного моделирования показано, что применение заготовки зуба ковша разработанной конфигурации обеспечивает течение металла при штамповке по траектории, обуславливающей получение металлом нижней части зуба повышенной твердости и износостойкости. Результаты компьютерного моделирования подтверждены экспериментально.

3. Предложено научно-обоснованное изменение технологического процесса изготовления зубьев ковшей экскаваторов, обеспечивающее эффект самозатачивания зубьев при выемке горной массы, что обуславливает снижение на рабочие механизмы экскаватора и уменьшение удельных

энергозатрат по сравнению с использованием ковшей, оснащенных зубьями без упрочнения нижней поверхности.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Ахмеров Эрик Викторович выполнил работу на актуальную тему, подтвердил широкий кругозор, хорошее знание проблемы, умение самостоятельно планировать и вести теоретические и экспериментальные исследования. Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации. На все используемые литературные источники имеются ссылки.

Результаты диссертационной работы внедрены в производственную деятельность на предприятии ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» (Акт внедрения от 17.04.2023, подписан главным конструктором А.А. Емельяновым). Результаты исследования являются весьма актуальными, несомненно, найдут практическое применение и на других предприятиях горного машиностроения.

7. Замечания и вопросы по работе

1. Соискатель зачастую не корректно использует техническую терминологию. Следовало бы более тщательно и аккуратно отнестись к работе над текстом рукописи.

2. В пункте 1.1 отсутствует вывод, или хоть какое-то заключение, обобщающая мысль. Информация в пункте 1.3 приведена в объеме явно избыточном для диссертации, носит известный характер для специалистов, прослушавших курс «Механическое оборудование карьеров».

3. Автором указано, что российскими и зарубежными учеными разработаны способы поддержания симметричности профилей зубьев, то есть создания самозатачивающихся зубьев ковшей экскаваторов. Следует пояснить, какими преимуществами обладает способ сохранения симметричного профиля (самозаточки) зубьев ковшей при производительной

работе карьерных экскаваторов, предложенный соискателем, по сравнению с известными способами.

4. Соискателем не проанализированы труды В. Д. Абезгауза, Д. Дэлэга, А.Н. Зеленина, *Shivali Singla, Juuso Terva* хотя в общей характеристике диссертационной работы указано, что данные учёные внесли существенный вклад в изучение процессов абразивного изнашивания рабочего оборудования горных машин. Нет ссылок на работы оппонентов.

5. Есть замечания по оформлению графического материала в рукописи диссертации. В частности, рисунок 1.11 следовало бы развернуть на 180 градусов относительно горизонтали. Требуется корректировки подрисовочная подпись рисунка 2.11.

7. Заключение

В представленной на отзыв диссертационной работе решена актуальная научно-техническая задача совершенствования технологического процесса изготовления зубьев карьерных экскаваторов с целью снижения удельных энергозатрат при разработке горных пород открытым способом, что имеет существенное значение для развития горнодобывающей промышленности.

Работа выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне.

Полученные результаты достоверны и обоснованы. Приведенные в настоящем отзыве замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, а имеют, главным образом, значение пожеланий по дальнейшему развитию данного исследования.

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

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Горная электромеханика», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»



Шишлянников
Дмитрий Игоревич

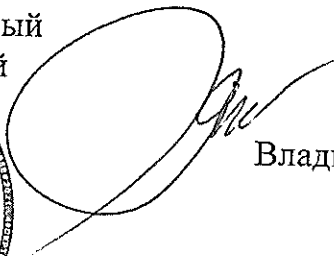
29.08.2023г.

Даю согласие на внесение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.
Дмитрий Игоревич Шишлянников

Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь - ГСП,
Комсомольский проспект, д. 29
Телефон: +7 922-300-87-21, e-mail: dish844@gmail.com

Подпись официального оппонента, д.т.н., доцента, профессора кафедры «Горная электромеханика» Шишлянникова Дмитрия Игоревича заверяю

Учёный секретарь Ученого совета
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет»,
канд. ист. наук, доцент



Макаревич
Владимир Иванович