



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

Куйбышева ул., д.30, Екатеринбург, 620144, Тел./факс: (343) 257-25-47/ 251-48-38

E-mail: office@ursmu.ru, <http://www.ursmu.ru>

ОКПО 02069237, ОГРН 1036603993777, ИНН/КПП 6661001004/667101001

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Уральский
государственный горный университет»,
К.Е. Мах Бадрак Глеб Игоревич



«22» августа 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет»
(г. Екатеринбург)

на диссертацию Азимова Амирхона Махмудалиевича на тему: «Повышение энергоэффективности гидромолотов при разрушении негабаритов горных пород на основе эффекта влияния геометрии ударных узлов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины

На отзыв представлена диссертационная полным объёмом 163 страницы, состоящая из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа содержит 68 рисунков, 20 таблиц, 3 приложения и список литературы из 111 источников. Автореферат изложен на 20 страницах текста и 3 страницах приложения.

1. Актуальность темы диссертации

Горнодобывающая промышленность России - одна из наиболее значимых отраслей экономики, влияющих на устойчивое развитие страны, согласно современным исследованиям более 85% месторождений полезных ископаемых принадлежат государству. Одной из основных отраслей горнодобывающей промышленности России является добыча нерудных твердых полезных ископаемых, объемы добычи достигают 300-400 млн. тонн в год.

Однако разработка месторождений нерудных твердых полезных ископаемых, таких как граниты, песчаники, известняки и мраморы затрудняется выходом негабаритов, транспортировка и дальнейшая переработка которых занимает более 30% энергозатрат горнодобывающих предприятий. Благодаря широкому ряду преимуществ, в большинстве случаев негабариты крепких горных пород разрушают с применением горных машин, оснащенных гидромолотами.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-17 от 09.09.25
ЛУ УС

Представленное диссертационное исследование направлено на снижение энергозатрат, связанных с разрушением негабаритов крепких горных пород, за счет применения эффекта влияния геометрии элементов ударных узлов гидромолотов. В этой связи тема диссертационного исследования актуальна, идея применения эффекта влияния геометрии элементов ударных узлов для создания в ударной системе гидромолота волнового импульса упругой деформации, соответствующего свойствам и условиям разрушения горной породы носит инновационный характер, результаты работы применимы в реальных предприятиях и вносят значительный вклад в развитие науки и техники.

2. Научная новизна диссертации

– результаты экспериментального исследования подтвердили влияние геометрических характеристик ударного узла гидромолота на энергозатраты при дроблении негабаритов крепких горных пород;

– обоснован конструктивный подход к модификации гидромолота, предусматривающий установку ударника переменного поперечного сечения с цилиндрическими посадочными поверхностями без искажения формы генерируемого в пике гидромолота ударного импульса;

– выявлены оптимальные параметры ударного воздействия, при которых энергия бояка передается рабочему инструменту гидромолота с минимальными потерями, обеспечивая эффективное разрушение негабаритов скальной породы.

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

Научные положения и выводы, представленные в диссертационной работе, подтверждаются комплексом теоретических и экспериментальных исследований. Теоретическая часть исследования основана на волновой теории продольного удара, графоаналитического метода, а также проверенного программного обеспечения для моделирования динамических ударных процессов. Кроме того, использованы стандартные методы компьютерного анализа напряженно-деформированного состояния материалов, законы и положения механики разрушения твёрдых тел, что обеспечивает методологическую строгость и внутреннюю согласованность результатов.

Численное моделирование выполнено с применением современных средств математического моделирования и позволяют оценить влияние основных геометрических параметров ударника на энергоэффективность разрушения опытных образцов крепкой горной породы. Результаты моделирования корректно интерпретированы и сопровождаются графическим материалом.

Экспериментальные исследования, проведённые в лабораторных условиях, продемонстрировали соответствие между теоретическими прогнозами и фактическими результатами испытаний. Стендовые испытания в условиях динамического нагружения ударного узла импульсных машин подтверждают эффективность предложенных конструктивных решений.

В целом представленная диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, отличается достаточно хорошим научным уровнем, а выдвигаемые для публичной защиты положения имеют важное научное и практическое значение. Полученные автором результаты достоверны и на должном уровне прошли апробацию. Обоснованность рекомендаций подтверждается также фактами

внедрения результатов в производственную практику, что отражено в представленном акте внедрения и патентных документах.

4. Научные результаты, их ценность

В диссертационной работе соискателем были получены новые результаты, имеющие значительное влияние для развития науки и практики в области горного машиностроения, к числу которых можно отнести следующие:

1. Экспериментально обосновано, что оптимизация геометрии элементов ударного узла гидромолота, заключающаяся в отыскании рациональных форм бойков для генерирования в рабочем инструменте машины ударного импульса, соответствующего силам сопротивления горной породы динамическому внедрению рабочего инструмента, влечет за собой повышение энергоэффективности процесса разрушения негабаритов крепких горных пород более чем на 50% в сравнении с традиционно применяемыми технологиями и машинами.

2. Предложен подход к оснащению бойков с криволинейной образующей боковой поверхности цилиндрической посадочной поверхностью, не вносящей изменения в параметры генерируемых исходными криволинейными бойками ударных волновых импульсов за счет сохранения распределения площадей сечений от ударного торца бойка к воспринимающему торцу путем оснащения бойка цилиндроконической оболочкой и глухим отверстием, обладающими одинаковым распределением площадей поперечных сечений.

3. Результаты моделирования напряженно-деформированного состояния бойков методом конечных элементов позволили установить соотношения геометрических параметров бойков с цилиндроконическими оболочками и центральными глухими отверстиями, удовлетворяющие условиям прочности и устойчивости бойков в корпусе гидромолота.

4. Определена область рациональных значений параметров ударных импульсов - блокирующий контур, достижение значений которого может быть достигнута путём оптимизации геометрических форм бойков и выбором его предударной скорости, что в свою очередь обеспечивает гарантированное повышение энергетической эффективности процесса разрушения негабаритов крепких горных пород при использовании гидромолотов, оснащенных разработанными конструкциями бойков на 30-40% в сравнении с традиционно применяемыми гидромолотами.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе 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 международные базы данных и системы цитирования (Scopus), получен 1 патент.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Результаты диссертационного исследования, теоретические положения и прикладные аспекты обладают высокой научной и практической значимостью.

С теоретической точки зрения результаты исследования вносят значительный вклад в развитие механики разрушения крепких горных пород при динамическом нагружении рабочего инструмента бойками различных геометрических форм, расширяя представления о влиянии геометрической формы ударяющего тела на энергоэффективность процесса разрушения негабаритов крепких горных пород.

Также теоретически значимым является разработка научно-обоснованного подхода к

встраиванию бойков с криволинейной образующей боковой поверхности, генерирующих ударные импульсы, согласованные с силами сопротивления горной породы ударному разрушению внедрением рабочего инструмента, соответствие параметров которых значениям установленного рационального блокирующего контура позволяет увеличить энергоэффективность гидромолотов не менее чем на 30% в сравнении с традиционно применяемыми конструкциями гидравлических импульсных горных машин.

Практическая значимость результатов, полученных соискателем, подтверждается тем, что на основе выполненных исследований:

– разработана методика реализации новых технических решений бойков машин ударного действия, характеризующихся оптимальным непрерывным нарастанием амплитуды ударного импульса во времени, повышенной величиной максимальной амплитуды, минимальной отраженной энергией от разрушаемой породы в ударную систему, что позволяет повысить энергоэффективность процесса разрушения негабаритов крепких горных пород более чем на 50% в сравнении с традиционно применяемыми цилиндрическими ударниками;

– разработанные в рамках диссертационной работы технические решения запатентованы (патент РФ на полезную модель №221725 от 21.11.2023г.) и внедрены в производственный процесс по разработке и совершенствованию гидравлических молотов для разрушения негабаритов крепких горных пород (Акт о внедрении от 10.12.2024г.).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать при разработке, конструировании и совершенствовании гидравлических и пневматических машин ударного действия, предназначенных для разрушения крепких горных пород с линейным характером разрушения согласно зависимости «сила-внедрение».

Работа обладает потенциалом научной и практической востребованности, поскольку открывает оригинальные направления в решении задач, связанных с повышением эксплуатационных характеристик горных машин на основе совершенствования геометрии элементов их ударных узлов, а также выбором области рациональных значений параметров генерируемых в рабочем инструменте машины ударных импульсов.

Предложенные научно обоснованные технические решения геометрических форм бойков гидромолотов, инновационные конструкции и подходы к их встраиванию в цилиндрические корпуса гидромолотов, а также методика определения рациональных параметров ударных импульсов, генерируемых бойками в рабочем инструменте и подходы, позволяющие регулировать параметры генерируемых параметров, целесообразно внедрять на предприятиях, специализирующихся на проектировании и производстве машин ударного действия, например:

- ГК «Традиция» (г. Москва);
- ОАО Тверьтехоснастка (г. Тверь);
- ООО "Технопарк «Импульс» (г. Москва);
- ООО «Златоустовский экскаваторный завод «ЗЛАТЭК»;
- Завод Тимбертрак (ООО "ПКФ Форвардер", г. Петрозаводск);
- АО «Национальный научный центр горного производства - Институт горного дела им. А. А. Скочинского» (г. Люберцы);
- Институт горного дела Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург);
- Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН (г. Новосибирск).

Кроме того, результаты работы могут быть использованы в научных и образовательных

организациях при выполнении научно-исследовательских работ, посвящённых проектированию горных машин ударного действия, моделированию разрушения породы и повышению эффективности работ по разрушению негабаритов крепких горных пород. Проведение дальнейших исследований по данному направлению представляется целесообразным в рамках работ, выполняемых в научных коллективах вышеуказанных учреждений, а также в профильных технических вузах.

7. Замечания и вопросы по работе

Оценивая положительно результаты диссертационного исследования, следует высказать следующие замечания:

1. Согласно результатам эксперимента, повышение энергоэффективности гидромолота достигается при изменении формы бойка и соответственно его предударной скорости. Очевидно, что при сохранении величины скорости новые варианты бойков дадут импульс с существенно большей величиной амплитуды (примерно в 2 раза). Однако вопрос о том, как это скажется на конструкции машины и сроке ее эксплуатации, если действительно скорость не будет изменена, не раскрыт.

2. В общей характеристике работы, разделе «Теоретическая и практическая значимость работы», п. 2. указывается, что установленный эффект повышения энергоэффективности гидромолотов, оснащенных бойками предложенной формы, в сравнении с традиционно выпускаемыми составляет не менее чем 30%. В п. 2 заключения указан эффект влияния рациональной формы бойка на энергоэффективность процесса разрушения негабаритов крепких горных пород более чем 50% в сравнении с существующими гидромолотами. Требуется пояснение расхождения значений эффекта.

3. Физический эксперимент по исследованию эффекта влияния геометрии бойков гидромолотов на энергоэффективность процесса разрушения крепких горных пород проводился с использованием мраморных плит с $f=8$, что не дает достаточных оснований применять результаты для разрушения очень крепких горных пород (гранитов) с $f>10$.

4. В обосновании способа встраивания бойков в корпуса гидромолотов путем оснащения их цилиндроконической оболочкой (п. 4.2 диссертации) соискатель записывает, что образующей тела вращения может быть, например, кривая, описываемая экспоненциальной функцией. Но здесь же отмечает, что образующей является цепная линия. В связи с этим осталось не понятно, какой вариант правильный.

5. Анализируя прочностные характеристики ударников, образуемых согласно разработанному способу, соискатель выполняет моделирование в статических условиях. Но совершенно логично, что с учетом условий эксплуатации ударники должны быть посчитаны на сопротивление усталости. Иначе проблема с их учащенной заменой (а это очевидно) может стать преобладающей над всеми их преимуществами с точки зрения генерирования рационального ударного импульса.

6. В 4-м разделе диссертации не обнаружены ударные импульсы, генерируемые семью из 8 двухступенчатых бойков.

7. Ни в тексте диссертации, ни автореферате не приведены сведения о том, в чем заключалось внедрение результатов диссертации в ООО «ММЗ».

Отмеченные недостатки не умаляют значимости выполненной работы.

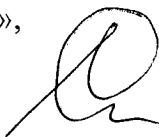
8. Заключение по диссертации

Диссертация Азимова А.М. выполнена на высоком уровне, качественно оформлена, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития горного машиностроения и решения проблемы снижения энергозатрат на разрушение негабаритов крепких горных пород. Автореферат диссертации полностью отражает её содержание.

Диссертационная работа на тему «Повышение энергоэффективности гидромолотов при разрушении негабаритов горных пород на основе эффекта влияния геометрии ударных узлов» представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а её автор Азимов Амирхон Махмудалиевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. – Геотехнология, горные машины.

Диссертация Азимова Амирхона Махмудалиевича на тему: «Повышение энергоэффективности гидромолотов при разрушении негабаритов горных пород на основе эффекта влияния геометрии ударных узлов» обсуждена и отзыв одобрен на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» (протокол № 11 от 21.08.2025 г.).

Председатель заседания,
заведующий кафедрой эксплуатации
горного оборудования «Уральского
государственного горного университета»,
доктор технических наук, доцент



Симисинов Денис Иванович

Секретарь заседания,
старший преподаватель кафедры эксплуатации
горного оборудования «Уральского
государственного горного
университета»



Новикова Наталья Александровна

Подпись Симисинова Д. И. – председателя заседания и Новиковой Н.А. – секретаря заседания

заверяю, и.о. начальника отдела кадров

Подпись Симисинова Д.И. Новикова Н.А.
удостоверяю Гатицкая К.Г.
Зам. Начальник отдела кадров ФГБОУ ВО УГГУ
«22» августа 2025г.

Гатицкая К.Г.



Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
620144, Свердловская область, г. Екатеринбург,
ул. Куйбышева, д. 30

Официальный сайт в сети Интернет: <http://www.ursmu.ru>

эл. почта: rector@ursmu.ru

телефон: +7 (343) 257-45-25

