Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <https://www.mydisser.com/search.html>



ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»



На правах рукописи

**Федосеев Алексей Петрович**

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УДАРНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ**

**НЕГАБАРИТОВ**

**Специальность 05.05.06 - Г орные машины**

**Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Научный руководитель - д-р техн. наук, профессор Г. А. Боярских

Екатеринбург - 2014

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[Введение 4](#bookmark4)

[**Глава 1.** Обзор методов и средств ударного разрушения негабаритных кус- 9](#bookmark5)

ков горной массы

1. Техническая характеристика и сравнение эффективности 9 средств разрушения негабаритов
2. [Анализ известных моделей ударного разрушения горной по- 21](#bookmark7)

роды.

1. [Анализ конструкций инструмента для ударного разрушения. 32](#bookmark10)
2. [Цели и задачи исследования ^ ^](#bookmark13)

**Глава 2.** Определение геометрических параметров рабочей части инстру- 42

мента для дробления негабаритов при расчете на статическую прочность

1. Аналитическое определение контактных напряжений рабочего 42 инструмента эллипсоидного типа.
2. Определение контактных напряжений методом конечных эле- 46 ментов и общая характеристика модели
3. [Результаты расчета инструмента на статическую прочность 54](#bookmark18)
4. [Выводы 66](#bookmark21)

**Глава 3.** Напряженно-деформированное состояние ударника для дробления 67 негабаритов при динамическом нагружении

1. [Общая характеристика расчетной модели 68](#bookmark23)
2. [Результаты расчета на прочность при динамическом нагруже- 72](#bookmark24)

3.3.

79

Выводы

нии

**Глава 4.** Исследование дробимости ударом отдельных кусков горных пород 80 на физической модели

1. [Стенд для исследования процесса разрушения горных пород 80](#bookmark26)

ударом

1. [Методика проведения исследований 83](#bookmark27)
2. [Результаты исследований разрушения горных пород ударом 84](#bookmark28)
3. Методика расчета параметров рабочего инструмента дизель- 92

молота для разрушения негабаритов

1. [Выводы 95](#bookmark30)

**Заключение** 97

[**Библиографический список** 99](#bookmark31)

**Приложение 1** 110

**Приложение 2** 111

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы.** До настоящего времени важнейшими проблемами для большинства горнодобывающих предприятий остаются повышение эффективно­сти производства, конкурентоспособности выпускаемой продукции и уменьшение вредного воздействия на окружающую среду. Даже применением прогрессивных способов ведения буровзрывных работ не удается полностью исключить выход крупной фракции (негабаритов), о чём свидетельствует опыт разрушения крепких и особо крепких горных пород при ведении горных работ. Выход негабаритов от взорванной массы, в зависимости от горно-геологических условий горных пред­приятий, может изменяться от (2**+**-3) % до (15**^**-20) %. Загромождение негабарит­ными кусками рабочей площадки ведет к снижению эффективности ведения гор­ных работ. Попадание негабаритного куска в приемную щель головной дробилки сопряжено с остановкой всей технологической цепочки предприятия.

Дробление негабаритов до требуемых размеров может осуществляться либо с помощью взрыва, как шпуровым способом, так и накладными зарядами, либо невзрывными способами: термическими - за счет электроэнергии, превращаемой в тепло; электрофизическими - за счет энергии электромагнитного поля. Однако эти способы имеют ограниченное применение, так как их эффективность зависит от физических свойств горных пород - теплоемкости, тепло-, электропроводно­сти, магнитной проводимости. На горных предприятиях в основном используется механическое разрушение, осуществляемое устройствами воздействия на разру­шаемую среду сосредоточенными динамическими нагрузками - молотами.

Традиционный буровзрывной способ, наряду с определёнными преимуще­ствами, имеет и ряд недостатков, важнейшими из которых являются негативные воздействия на окружающую среду, сейсмические воздействия на здания и со­оружения, повреждение кабелей и оборудования разлетающимися кусками поро­ды, пыле- и газовыделения. Кроме того, взрывные работы вызывают остановку горного производства, эвакуацию людей и оборудования из опасной зоны, что приводит к существенным экономическим потерям.

Наиболее распространенным способом разрушения негабаритов является механический способ. К настоящему времени производителями предлагается множество типов ударных механизмов, основанных на преобразовании различ­ных видов энергии в механическую. Наибольшее применение нашли гидравличе­ские и гидропневматические молоты.

В настоящее время ведутся исследования возможности более широкого применения других источников ударной энергии, альтернативных гидравличе­скому и гидропневматическому источникам, например, дизельных молотов, ши­роко применяемых в строительстве, адаптированных для дробления негабаритных кусков породы.

Однако существующие дизельные молоты имеют относительно невысокую эффективность функционирования рабочего инструмента, торец рабочей поверх­ности которого выполняется, как правило, в виде долота, пики, конуса, сферы.

В связи с этим исследования, направленные на совершенствование рабочего инструмента, позволяющие снизить затраты энергии при разрушении негабари­тов, являются актуальными.

Работа выполнена в рамках программы Г6 «Исследование надежности и энергоэффективности породоразрушающего инструмента».

**Объект исследований** - породоразрушающий ударный инструмент для дробления негабаритов при ведении горных работ.

**Предмет исследования** - конструктивные параметры рабочего инструмен­та и его напряженно-деформированное состояние при ударном разрушении гор­ных пород.

**Идея работы** - наиболее эффективное разрушение негабаритов возможно при применении в устройствах для дробления эллиптической формы ударного инструмента, адаптированных к различным горным породам.

**Цель работы** - повышение эффективности работы машин для разрушения негабаритов за счет использования ударного инструмента с рациональной формой и конструктивными параметрами, обеспечивающего снижение энергетических за­трат на разрушение.

**Методы исследований** - анализ литературных источников и их обобщение, физическое и математическое имитационное моделирование, экспериментальные исследования, основанные на законах физики и механики, методы математиче­ской статистики.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

1. Контактные напряжения в рабочей части инструмента нелинейно зави­сят от радиусов его кривизны и их соотношения.
2. Повышение эффективности работы машины для дробления негабаритов горных пород может быть достигнуто за счет создания комбинированного эллип­соидного инструмента, обладающего преимуществами клиновидной и сфериче­ской форм.
3. Взаимосвязь удельной энергии разрушения отдельного куска породы с энергией единичного удара с достаточной информативностью описывается рег­рессионными уравнениями и позволяет определить форму и рациональные пара­метры рабочего инструмента.

**Научная новизна** работы:

1. Разработана математическая модель напряженно-деформированного со­стояния комбинированной рабочей части инструмента, позволяющая определять контактные напряжения породоразрушающих инструментов различных модифи­каций.
2. Установлена рациональная форма рабочего инструмента, сочетающая в себе основные преимущества клиновидной и сферической форм, обеспечивающая снижение энергозатрат при разрушении кусков горной породы.
3. Получены зависимости удельной энергии разрушения куска породы от энергии единичного удара для комбинированной формы разрушающего инстру­мента.

**Практическая значимость работы:**

1. Определены рациональные параметры инструмента эллиптической фор­мы для разрушения негабаритов горных пород.
2. Разработан инструмент, наконечник которого выполнен с уменьшаю­щимся переменным поперечным сечением, имеющим геометрическую форму эл­липса, позволяющую расширить область его применения в различных горнотех­нических условиях дробления негабаритов.
3. Разработана методика расчета параметров рабочего инструмента дизель- молота для разрушения негабаритов.

**Личный вклад автора** заключается:

* в разработке комбинированной формы ударного инструмента, сочетающей в себе основные достоинства клиновидной и сферической форм;
* в обосновании рациональных параметров, исходя из его напряженно-дефо­рмированного состояния и энергоэффективности;
* в установлении зависимости удельной энергии разрушения отдельного кус­ка горной породы от энергии единичного удара;
* в разработке методики расчета параметров рабочего инструмента дизель- молота для разрушения негабаритов.

**Достоверность и обоснованность** основных научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена корректным использованием методов математиче­ского и физического моделирования, положений теории вероятности и математи­ческой статистики, апробированными методами экспериментальных исследова­ний. Удовлетворительная сходимость результатов теоретических и эксперимен­тальных исследований (относительное расхождение не превышает 12 %) под­тверждает их достоверность.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы и ее отдельные положения докладывались: на Международных научно-технических конференциях «Математическое моделирование механических явлений», Екате­ринбург, (2009-2013 г.); научно-практических конференциях уральской горно­промышленной декады. Екатеринбург, (2009-2014 г.); на «Неделе горняка - 2013» Москва, 2013 г.; международной научно-технической конференции «Чтения па­мяти В. Р. Кубачека», Екатеринбург, 2014 г.

**Реализация результатов работы**

По результатам исследовательской работы получен патент на полезную мо­дель № 131788 «Устройство ударного действия». Результаты исследований ис­пользуются при проектировании установки для дробления негабаритов горных пород в ООО «Уральские технологии бурения» (г. Екатеринбург).

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликованы 9 статей, из которых 4 - в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, и 1 патент РФ на полезную модель.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 132 наименований, работа изложена на 111 страницах машинописного текста, содержит 42 иллюстрации, 8 таблиц и 2 приложения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе приведено решение актуальной задачи - иссле­дование рабочего инструмента, направленное на совершенствование его конст­рукции и, следовательно, повышение эффективности работы машин для разруше­ния негабаритов.

1. Доказано, что напряженно-деформированное состояние (НДС) комбинирован­ного инструмента методом конечных элементов является адекватной и информа­тивной моделью его основных конструктивных параметров;
2. В результате численного решения задачи теории упругости о контактном взаи­модействии стальной эллипсоидной ударной части инструмента с плоской гранью параллелепипеда, имитирующего негабарит из гранита, установлено, что отноше­ние размера большой оси к размеру малой оси должно составлять 3,5. Для гор­ных пород, имеющих отличный от гранита модуль упругости и прочность, отно­шение размеров осей эллипсоида лежит в диапазоне от 2 до 3,5.
3. Для гранита были получены зависимости удельной энергии разрушения от энергии единичного удара для различных видов рабочего инструмента. Доказано, что рабочий инструмент эллипсоидного типа обладает свойствами как сфериче­ского, так и клинового инструментов. Удельная энергоемкость разрушения грани­та эллипсоидным инструментом на 30^50 % меньше, чем сферическим.
4. На основании теории Герца определена зависимость контактных напряжений в рабочем инструменте, имеющем различные радиусы кривизны в рабочей части. Адекватность формулы для определения контактных напряжений проверена с помощью метода конечных элементов. Расхождение результатов не превышает 12 %.

Наибольший уровень напряжений, не превышающий 200 МПа, локализует­ся в зоне ударного взаимодействия инструмента и негабарита. В остальной части инструмента напряжения существенно ниже.

1. Разработана методика определения параметров рабочей части эллипсоидного инструмента. По экспериментальным данным, приведенным в известных работах, установлена зависимость модуля упругости горных пород от прочности, позво­ляющая определить геометрические параметры рабочего органа, обеспечивающе­го для данных горных пород минимальную энергоемкость.
2. Результаты работы использованы при проектировании установки для дробле­ния негабаритов горных пород в ООО «Уральские технологии бурения» (г. Екате­ринбург).