

АННОТАЦИЯ

Диссертационной работы на тему:

«Разработка параметров машины для механизированной резки щелевых выработок при отбойки блочного камня из крепких горных пород»

представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по

специальности **6D071200 - «Машиностроение»**

НУРЫМОВА ЕРЛИКА КЫДЫРАЛИЕВИЧА

Актуальность исследований. В настоящее время в Республики Казахстане наблюдается ряд тенденций, требующих развития и модернизации промышленной инфраструктуры. В условиях переходного периода Казахстана от плановой к рыночной экономике ее минерально - сырьевые ресурсы приобретают исключительно важное значение. В условиях жесткой международной конкуренции Президентом Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаевым поставлена задача диверсификации отечественной экономики.

Несмотря на то, что запасы гранитов в странах содружества значительно выше, чем в зарубежных странах, добыча и обработка их отстает в 3-4 раза по сравнению с Италией, Бельгией, США, Великобританией.

Природный камень занимает особое место среди обширной номенклатуры строительных материалов. За последние 70 лет мировое производство природного камня увеличилось почти в 25 раз, при этом в течение последних двадцати лет, ежегодный прирост производства и потребления камня, в среднем, составлял 7,4%. По прогнозным оценкам на ближайшие десятилетия, этот рост продолжится и мировая добыча камня увеличится более чем в 4 раза. Гранит удивительно прочен, несложен в обработке и главное, невероятно красив, причем обладает колоссальным множеством расцветок.

На казахстанском рынке природного камня также прослеживается устойчивая тенденция роста объемов потребления данного материала. Начиная с 1999 г. потребление природного камня в Казахстане возрастает в среднем на 10...12 % в год. С учетом запланированных темпов экономического развития страны, предполагающими значительного роста ВВП за 10 лет, можно ожидать, что к 2025 г. потребление природного камня в Казахстане возрастет почти в 2 раза и составит не менее 2 млн. м³ в год.

Однако, из-за низкого технического уровня предприятий отрасли, обу-словленного отсутствием эффективных средств добычи и обработки крепких горных пород, эти природные богатства используются недостаточно. Потребности народного хозяйства стран содружества в изделиях из природного камня обеспечиваются лишь на 10...15 %, а запросы экспорта - на 5...10 %. Развитие камнеобрабатывающих отраслей промышленности рассматривается как одна из перспективных задач,

решение которой возможно за счет внедрения совершенной технологии и высокопроизводительного оборудования.

Действующий ГОСТ 23342-91 допускает, чтобы гранитные плиты отличались друг от друга по длине на ± 2 мм, по толщине: ± 3 мм. Требования европейских стандартов еще жестче, допустимое отклонение всего ± 2 мм.

Именно поэтому китайский гранит, в отличие от отечественного, активно ввозится на европейский рынок (особенно в Германию), при этом объем поставок ежегодно растет на 5...7 %.

Вместе с тем, столь стремительный рост спроса на природный камень не означает аналогичных темпов развития отечественной камнедобычи и камнеобработки. Чтобы устоять конкуренции импортных производителей каменных изделий, необходимо внедрить в отечественную промышленность высокоэффективные инструменты, машины и технологические линии, не уступающих своим зарубежным аналогам.

Термоинструмент, для обработки горной породы, обладает высокой стойкостью и надежностью ввиду отсутствия его контакта с разрушаемой поверхностью, но, при реализации способа обработки в виде ручных термоинструментов, рабочий и окружающая среда подвергаются воздействию мощного аэродинамического шума горелки. Создание термоинструментов повышенной мощностью, при сохранении конструктивных параметров, является важной конструкторской и технологической задачей, а при оснащения этими инструментами манипуляционных устройств, позволит полностью механизировать ручной труд, защитить рабочего и окружающую среду от шума, повысить производительность и культуру труда, обеспечить безопасность работы.

Следовательно, необходимо создать механизированную установку для добычи блочного камня, оснащенной мощными рабочими органами - термоинструментами. Для их создания необходимо решить ряд проблем в теории разрушения и в практике конструирования механизированных термоагрегатов, а именно: - уточнение механизма разрушения горных пород при различных способах ориентации газовых струй и физико-механических свойств разрушаемых пород, - определение рациональных технологических параметров обработки и конструктивных параметров термоинструментов, - разработка эффективных, мощных рабочих органов - термоинструментов, реализующих новые способы сгорания топливных компонентов, - обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий работы работающих.

Решение задач исследования параметров процесса разрушения крепких горных пород и разработка на их основе инженерного метода расчета параметров термоинструментов, совершенствование технологии механизированной добычи и обработки блочного камня, а также разработка высоко производительной машины, оснащенный мощным термоинструментом, являются актуальными, которые позволяют повысить

эффективность термического способа разрушения и, как следствие - повышение процессов добыче блочного камня.

Работа выполнялась в Казахском национальном исследовательском техническом университете имени К.И. Сатпаева, на камнеобрабатывающем предприятии по обработке камня АО «Кристалл» и ИП «Титушин» (г.Алматы).

Целью работы является разработка параметров машины для механизированной резки щелевых выработок при отбойке блочного камня из крепких горных пород.

Идея работы заключается в выборе и обосновании параметров машины для резки щелевых выработок, позволяющих повысить производительность добычи камня и механизировать процесс.

В связи с поставленной целью, сформулированы следующие задачи исследований:

- анализ современных достижений в области конструирования машин для проведения щелевых выработок при добыче блочного камня из крепких горных пород;
- анализ механизма разрушения горных пород огнеструйными термоинструментами;
- разработка кинематических и конструктивных параметров манипуляционного устройства для резки щелевых выработок;
- выборы и обоснование огнеструйного рабочего органа для резки щелевых выработок;
- экспериментальная отработка кинематических и конструктивных параметров машины (манипуляционное устройство) для щелевых выработок;
- отработка режимных параметров проведения щелевых выработок бензовоздушным огнеструйным рабочим органом.

Объект исследования: проведение щелевых выработок при отбойке гранитных блоков.

Предмет исследования: технология резки щелевых выработок на механизированных установках.

Методы исследования. Результаты исследования получены на основе теоретических и практических положений теории износа; теории упругости и пластичности; теории планирования эксперимента и статистической обработки данных. В работе использовались теоретические и экспериментальные методы технологического обеспечения проведения щелевых выработок бензовоздушными термоинструментами с применением стандартных методик. Экспериментальные исследования проводились в стендовых условиях на действующем оборудовании с использованием оригинальных методик и современной измерительной аппаратуры.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- найдено условие разрушения прогретого слоя породы $0,063 \frac{E\alpha T_s}{1-\mu} \geq \sigma^P$, позволяющее определить линейную $v_{\text{лин}} = Cq_{\text{max.сум}}$ и

продольную скорости разрушения $v_{np} = q_{max} \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{k}} c z^{-1}$, причем объемная производительность разрушения $W = c q_{max \text{ сум}} L \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{k}}$ зависит от произведения трех величин: c , q_{max} , $\frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{k}}$ и L ;

- выполнено теоретическое обоснование кинематических и конструктивных параметров промышленного образца машины для резки щелевых выработок, в результате установлены вектора углов и перемещений в сочленениях, составлены уравнения движения манипулятора в матричной форме, позволяющие решить вопрос определения обобщенных координат механизма манипулятора по заданному положению выходного звена, и задачу программирования этого манипулятора при позиционном управлении.

- создание машины для резки щелевых выработок с мощным термодинамическим рабочим органом, позволяет повысить разрушающую способность термоинструмента за счет механизированной равномерной подачи газовой струи горелки в зону разрушения, а дистанционное управление рабочим процессом резки щелевых выработок позволит повысить производительность, защитить рабочую и окружающую среду от вредного влияния шума горелок.

- экспериментально установлено, что объемная производительность огнеструйного разрушения w зависит от расстояния среза горелки L до пятна нагрева и достигает своего максимального значения в том сечении факела, где тепловой поток максимальный, причем с ростом расхода топливных компонентов расстояние увеличивается, а зависимость глубины сбоя h от продольной скорости v_{np} перемещения носит монотонный убывающий характер, т.е. с увеличением скорости перемещения глубина сбоя уменьшается.

На защиту выносятся следующие основные научные положения:

- теоретическая модель процесса разрушения, позволяет найти параметры напряженно-деформированного состояния и получить критерий разрушения прогретого слоя, по которому определяют технологические параметры движения рабочего органа машины (горелки) вдоль щелевой выработки;

- теоретическое обоснование кинематических и конструктивных параметров промышленного образца машины для резки щелевых выработок, позволяет установить векторы углов и перемещений в сочленениях, составить уравнения движения манипулятора в матричной форме, определяющие обобщенные координаты механизма манипулятора по заданному положению выходного звена, позволяет выполнить программирование манипулятора при позиционном управлении;

- создание машины для резки щелевых выработок с мощным термодинамическим рабочим органом, позволяет повысить разрушающую способность термоинструмента за счет механизированной равномерной

подачи газовой струи горелки в зону разрушения, а дистанционное управление рабочим процессом резки щелевых выработок позволит повысить производительность, защитить рабочую и окружающую среду от вредного влияния шума горелок.

- объемная производительность огнеструйного разрушения w зависит от расстояния среза горелки L до пятна нагрева и достигает своего максимального значения в том сечении факела, где тепловой поток максимальный, причем с ростом расхода топливных компонентов расстояние увеличивается, а зависимость глубины сбоя h от продольной скорости v_{np} перемещения носит монотонный убывающий характер.

Теоретическая значимость работы заключается в научном обосновании основных параметров процесса огнеструйного разрушения горных пород при резке щелевых выработок; в разработке новой конструкции термоинструмента, реализующего новый вид горения топливной смеси в ударных волнах в сверхзвуковой струе горелки, истекающей из сопла Лаваля в цилиндрическую полость эжекционного насадка, в разработке параметров новой конструкции машины (манипулятора) оснащенного мощным рабочим органом, выполненным в виде термоинструмента.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- по результатам анализа конструктивных и режимных параметров работы горелок разработаны и изготовлены опытные образцы термоинструментов БВР-60, БВР-80А, прошедшие производственные испытания и рекомендованные в качестве рабочего органа машины для механизированной резки блочного камня при проведении щелевых выработок;

- проведена экспериментальная отработка конструкции и режимов работы термоинструментов для резки щелевых выработок, позволяющая установить рациональные параметры конструкции термоинструментов и их режимные параметры работы;

- экономичный расход топливных компонентов, обеспечивающий их полноту сгорания;

- обеспечение максимального сбоя разрушаемой породы;

- обеспечение необходимой ширины прорезаемой щели для свободного прохода термоинструмента без заклинивания;

- проведены испытания машины для резки щелевых выработок, оснащенной мощным термодинамическим рабочим органом, горизонтальный привод машины обеспечивает изменение скоростей перемещений огнеструйной горелки в пределах от 0,003...0,015 м/сек, при этом полученные параметры щелевой выработки варьировались от 0,07...0,09 м по ширине щели и 0,07...0,09 м по глубине щелевой выработки;

- термоинструмент БВР-80А с насадкой 22/24 мм, в результате испытания показал высокую надежность, легкий запуск в работу, производительность по сбою превосходит существующие конструкции терморезаков в 2,5-3 раза, объемная производительность по сбою составила

от 2500 см³/мин до 10000 см³/мин;

- по результатам проведенных работ получен инновационный патент № 29758 от 15.04.2015г. Термический резак для резки камня с двумя соплами и №30458 от 15.10.2015 г. Устройство для вертикальной подачи трубы с термическим резаком для резки камня.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- анализом большого объема производственных данных и эмпирических материалов на горных предприятиях Казахстана и стран СНГ по проведению щелевых выработок при добычи гранитных блоков из крепких горных пород;

- использованием основных положений и методов технологии машиностроения, теоретической механики, теории упругости и пластичности и теории газодинамики и термоупругости, решением задач на ЭВМ;

- проведением математического моделирования и экспериментальных лабораторных исследований технологических параметров машины для резки щелевых выработок;

- установлением сходимости результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Реализация результатов работы. Результаты исследования переданы для внедрения в производство камнедобывающих и камнеобрабатывающих карьеров и заводов по обработке камня АО «Кристалл» и ИП «Титушин» (Казахстан) и использованы в учебном процессе при подготовке бакалавров по специальности 5В071200 - «Машиностроение» в КазНУТУ имени К.И. Сатпаева.

Апробация работы. Основные положения диссертации и результаты исследования докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Современное материаловедение опыт, проблемы и перспективы развития» (Алматы, 2015г); на XII международной заочной научно-практической конференции: «Развитие науки в XXI веке» (Харьков, 2016г), на XXIII Международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века» (Донецк, 2016).

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 14 печатных работах, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК; 1 публикации в Международных конференциях, из них 7 - зарубежная; 2 статья в базе данных Scopus.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов и заключения, изложенных на 130 страницах, содержит 39 рисунков, 8 таблиц, 115 списка использованных источников и приложений.