

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Дмитрака Юрия Витальевича на диссертацию Секретова Михаила Валентиновича на тему: «Методология создания инструмента для разрушения крепких горных пород», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины

1. Актуальность темы

Увеличение объёмов добычи продукции из крепких горных пород и дальнейшей её обработки требует инициатив по разработке и внедрению методологии создания инструмента горных машин и оборудования. При создании нового конкурентоспособного инструмента необходимо учитывать накопленный опыт его применения, а также использовать новые компьютерные технологии моделирования и расчётов, ориентируясь на необходимость обеспечения его высокой стойкости, а также высокой производительности и низкой энергоёмкости процесса разрушения крепких горных пород.

Сказанное (написанное) позволяет считать, что актуальность выбранной темы диссертационной работы Секретова М.В., направленной на разработку методологии создания инструмента машин для разрушения крепких горных пород сомнений не вызывает.

2. Научная новизна диссертации

1. Установлены закономерности влияния геометрических форм и параметров корпуса и породоразрушающих элементов инструмента машин ударного разрушения на прохождение ударной волны через них в зону контакта с породой, определяющих объем разрушенной породы, описываемых с помощью предложенной системы коэффициентов эффективности прохождения ударной волны из корпуса и породоразрушающих элементов инструмента в породу, выявивший, что наиболее эффективный породоразрушающий элемент должен иметь трапецеидальный профиль с углом наклона боковой поверхности $\delta = 10^\circ - 20^\circ$, эффективность породоразрушающего элемента кругового профиля сопоставима с эффективностью породоразрушающего элемента

трапецеидального профиля с углом наклона боковой поверхности $\delta = 30^\circ$, высокоэффективными пространственными формами породоразрушающего элемента является клиновая, сферическая, конусная, пирамидальная с четырьмя прямыми и круговыми гранями, полуцилиндрическая, низкоэффективными – шиповая и вогнуто-клиновья.

2. Установлены зависимости изменения параметров изолиний ядра напряжений от параметров нагрузки, угла её приложения и площади контакта инструмента с породой.

3. Установлены закономерности влияния геометрических форм и параметров корпуса и породоразрушающих элементов инструмента машин ударного разрушения на нагрузку в зоне контакта породоразрушающего элемента с породой, вызванной прохождением через неё ударных волн, определяющей геометрические параметры ядра напряжений и лунки выкола, производительность и энергоёмкость ударного разрушения, на основании которых установлено, что угол наклона боковой поверхности породоразрушающих элементов инструмента машин ударного разрушения должен составлять $15^\circ - 20^\circ$ для пород $f < 14$, и $25^\circ - 30^\circ$ для пород $f \geq 14$ с учётом использования в качестве материала вольфрамо-кобальтовых сплавов повышенной прочности, средне- и крупнозернистых с повышенным содержанием кобальта.

4. Установлены зависимости и закономерности производительности и рациональной величины энергии удара от геометрических параметров инструмента предложенной ударной пилы, скорости её подачи и свойств породы, на основании которых было выявлено, наибольшая производительность ударного распиливания достигается при использовании моделей ударных пил с зубьями трапецеидального профиля с относительно небольшими углами наклона их боковой поверхности ($\delta = 20 - 40^\circ$), что подтверждает результаты теоретических исследований о снижении угла наклона боковых поверхности породоразрушающего элемента.

5. На основе предложенных методов силовых и прочностных расчетов

алмазно-канатной пилы получены зависимости максимальных напряжений в алмазных сегментах от радиуса скругления передней кромки, обоснованы их рациональные формы, позволяющие повысить ресурс.

6. На основе установленного влияния динамических нагрузок в приводе подачи на потерю устойчивости («увод») штрипсовых пил станков с маятниковой, выпуклой, прямолинейной траекторией движения пильной рамы предложены их рациональные геометрические параметры.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Обоснованность разработанных автором научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений. Они базируются на результатах проведенных теоретических и экспериментальных исследований с применением апробированных положений теорий ударного разрушения крепких горных пород, методов силового расчёта алмазно-канатной пилы камнераспиловочного оборудования, анализа работы ударной пилы экспериментальной модели станка ударного распиливания, анализа работы алмазного многоканатного станка Jupiter GS220 – GT56 на ОАО «Московский камнеобрабатывающий комбинат» г. Долгопрудный, методов математического моделирования с применением компьютерной техники.

Научные положения и основные выводы по работе являются новыми и, судя по результатам исследований, достаточно обоснованными и достоверными.

4. Научные результаты, их ценность

Основные результаты диссертации, имеющие научную ценность, состоят в следующем.

1. Разработана методология создания инструмента машин и оборудования для разрушения крепких горных пород, позволяющая определять рациональные параметры и формы инструмента ударного действия,

алмазно-канатного и штрипсового распиливания пород, повысить его производительность и стойкость (ресурс).

2. Разработана математическая модель прохождения ударных волн через корпус, породоразрушающие элементы инструмента с образованием ядра напряжения и лунки выкола в крепкой горной породе, на основании которой определена зависимость эффективности прохождения ударной волны через породоразрушающий элемент в крепкую горную породу от угла наклона боковой поверхности породоразрушающего элемента трапецеидального профиля и от величины зона контакта инструмента с породой, выявлены эффективные формы породоразрушающих элементов, определена теоретическая производительность и энергоёмкость ударного разрушения с учётом усовершенствований инструмента.

3. Рациональный угол наклона боковых поверхностей породоразрушающего элемента инструмента машин ударного разрушения трапецеидального профиля на основании полученных математических моделей составляет $15 - 30^\circ$ и рекомендуется в качестве материала использовать вольфрамо-кобальтовые сплавы.

4. Установлено на основании анализа математических моделей, что производительность и энергоёмкость машин ударного разрушения, использующих инструмент с круговыми породоразрушающими элементами будет эквивалентен инструменту с трапецеидальными породоразрушающими элементами с углом наклона боковой поверхности $27 - 28^\circ$.

5. Предложен метод ударного распиливания крепких горных пород, концепция станков и инструмент для его реализации, обоснована зависимость производительности от различных параметров ударной пилы и свойств породы. Разработанный метод позволяет добывать блоки высокого качества с повышенной производительностью и конкурировать с другими методами добычи блоков. Прогнозная производительность метода ударного распиливания составит $0,18 - 2,2 \text{ м}^2/\text{час}$.

6. Установлены рациональные геометрические параметры

алмазно-канатных и штрипсовых пил на основе предложенных методов силовых и прочностных расчетов. Рекомендуется величина предложенного показателя относительного радиуса скругления передней кромки алмазных сегментов составляет диапазон 0,047 – 0,062. Прочностной анализ выявил, что наиболее предпочтительными являются режущие элементы бочкообразной, конической и двухконической форм. Рекомендуется величина эксцентриситета установочных отверстий штрипсовых пил должна составлять 0,15 – 0,20.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Разработана методология создания инструмента машин и оборудования для разрушения крепких горных пород, выразившейся в дальнейшей разработке теории взаимодействия его с породой, позволяющей определить его параметры, исходя из максимальной производительности разрушения породы при ограничении напряжений, возникающих в нём, что позволило создать инструмент с более высокой производительностью, стойкостью и минимальными энергозатратами, предложить новый метод и концепцию станков для ударного распиливания крепких пород.

Предложен новый метод ударного распиливания крепких горных пород, на основании которого были разработаны конструкции ударных пил и концепции станков для камнедобывающих и камнеобрабатывающих производств.

Разработаны и внедрены в производство методики, связанные с темой диссертации.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Предложенная в диссертации методология может быть востребована на рудниках при использовании ударных методов бурения шпуров и скважин в крепких горных породах, при дроблении негабаритов, на камнедобывающих и камнеобрабатывающих предприятиях для выпиливания блоков крепких горных пород из массива и распиливания их на плиты-заготовки.

7. Замечания по работе

1. На Странице 36 диссертации сделано допущение, что ударная волна, которая распространяется в инструменте, является сферической (фронт распространения имеет форму сферы).

Вопрос: а, если ударная волна будет не сферической формы? Необходимо обосновать влияние формы ударного импульса на разрушение породы. Наверняка, если волна будет не сферической, то и формы ударного импульса будут другими.

2. В диссертации анализ сил распиливания каменного блока проводился на основании формулы равновесия гибкой нити (формулы Эйлера), которая была скорректирована под параболическую траекторию распиливания с целью более точного определения действующих сил в системе «алмазный канат - распиливаемый блок».

Вопрос: чем круговая форма отличается от параболической? Ведь известно, что в параболу можно вписать окружность определённого радиуса. Необходимо пояснить необходимость корректировки формулы Эйлера и применения параболической траектории распиливания.

3. Общее замечание по 1 главе. Общая характеристика проблемы создания инструмента машин для разрушения крепких горных пород, а также изучение состояния вопроса научных исследований не позволяют в полной мере обосновать цели и задачи исследований. Обзор научных работ носит описательный характер, без наличия конструктивной критики и указания недостатков, выводящих на задачи исследования в диссертационной работе, что подтверждает содержание пункта 1.4 Выводы по главе 1. Из него не следует п. 1.5 Обоснование цели и постановка задач диссертационного исследования.

4. Основные показатели эффективности прохождения ударной волны в породе в ПЭ с трапецеидальным профилем рассчитываются по формулам (2.25-2.29), полученным в результате учёта геометрических размеров отдельных частей (зон) породоразрушающего элемента. При этом не учитывается такой важнейший показатель эффективности прохождения ударной волны в породе как коэффициент демпфирования амплитуды

ударного импульса и связанный с ним коэффициент затухания ударной волны. Это же касается и ПЭ с другими формами профиля.

5. Известно, что на эффективность разрушения в значительной степени влияет форма и длительность ударного импульса. В диссертационной работе не содержатся исследования, посвящённые влиянию этих параметров на процесс разрушения, что в значительной степени повысило бы ценность и значимость получаемых результатов. Кроме того, наличие в разрушаемой горной породе трещин различного размера и формы серьёзным образом будет влиять на эффективность разрушения и связанное с этим обстоятельством проявление материалом демпфирующих свойств по отношению к ударной волне или снижение сопротивляемости к разрушению.

6. На Странице 222 диссертации автор приводит «основные аппроксимирующие зависимости, найденные в работе. Вначале были определены зависимости с помощью функции regress в программе Mathcad, обеспечивающую полиномиальную регрессию методом наименьших квадратов по экспериментальным точкам».

Вопрос: что подразумевается под экспериментом? Как получены экспериментальные точки?

7. Во второй главе диссертации представлен большой объём информации по моделированию процессов прохождения ударных волн по породоразрушающему инструменту. В 5 главе добавлены дополнительные ударные нагрузки, действующие на корпус зубчатой пилы (рис. 5.1 и 5.2.). При этом не представлен расчёт на прочность ПЭ, работающего под воздействием дополнительных ударных нагрузок. Не скажется ли это отрицательно на работоспособности и надёжности оборудования, как основных целевых признаках, характеризующих паспорт специальности?

8. На рисунках 5.17-5.21 представлено по одному графику, а не семейство кривых, что в значительной степени снижает ценность и достоверность полученных результатов.

9. На рисунках 5.17-5.21 не указаны экспериментальные точки, соответствующие значениям параметров, что вызывает сомнение о наличии

факта применения аппроксимационных методов при построении графиков зависимостей.

10. На странице 357 диссертации только 7 вывод «работает» на достижение цели работы – увеличение производительности. Как остальные выводы, сделанные по итогам исследований, доказывают достижение цели работы?

11. Диссертация перегружена однотипными расчётами и моделями. Нет практического подтверждения результатов моделирования. Какие экспериментальные исследования и на каком оборудовании (кроме стенда, описанного в 5 главе) были проведены, и какой конкретно раздел исследований, представленный в работе, они подтвердили?

12. В диссертации отсутствуют зависимости между конструктивными параметрами инструмента и основными характеристиками горных машин, заявленными в цели работы: производительностью и энергоёмкостью разрушения крепких горных пород. Соответственно, это не прописано в задачах исследований и научных положениях. Графиков зависимостей, представленных на рисунках 5.17-5.21, явно недостаточно, чтобы подтвердить огромный материал теоретических исследований по моделированию прохождения ударных волн.

8. Заключение по диссертации

Характеризуя работу в целом, считаю, что рецензируемая диссертация актуальна, обладает научной новизной и практической значимостью, имеет достоверные результаты. Содержание диссертации достаточно полно, подробно и явно раскрывает постановку, методы и результаты решения рассмотренных задач. Сделанные замечания, относящиеся к содержанию работы, не снижают ценности выполненных исследований и положительной оценки всей диссертации.

Диссертация «Методология создания инструмента для разрушения крепких горных пород», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.8 «Геотехнология, горные машины» соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых

степеней», утверждённым Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024), а ее автор – Секретов Михаил Валентинович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.8 «Геотехнология, горные машины».

Официальный оппонент

Заведующий отделом моделирования
и управления горнотехническими системами,
доктор технических наук, профессор

 Дмитрак
Юрий Витальевич

«12» января 2026 г.

Даю согласие на обработку своих персональных данных в документах,
связанных с работой диссертационного совета.

Подпись Дмитрака Юрия Витальевича заверяю

Учёный секретарь ИПКОН РАН

 Кубрин С.С.

«12» января 2026 г.

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук

<https://ипконран.рф/>

111020, Москва, Крюковский тупик, д.4,

+7 916 303 41 91,

dmitrak@yandex.ru