

УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности ректора

ФГБОУ ВО «Южно-Российский

государственный политехнический

университет (НПИ) имени М.И. Платова»,

к.э.н., доцент

Ефимов Александр Владимирович

« 26» мая 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск)

на диссертацию **Алиевой Лейлы** на тему: «Повышение эффективности бурения совершенствованием структуры породоразрушающего безлезвийного инструмента», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 Геотехнология, горные машины

На отзыв представлена диссертация полным объемом 141 страница, включающая 38 рисунков, 9 таблиц, 4 приложения и список литературы из 135 наименований. Работа содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения. Автореферат диссертации изложен на 20 страницах текста и 3 страницах приложений.

1. Актуальность темы диссертации

Рост объёмов разработки месторождений с крепкими скальными породами усиливает потребность в совершенствовании техники и технологий бурения, обеспечивающих высокую эффективность при минимальных энергозатратах. В настоящее время основная часть таких массивов разрушается буровзрывным способом, при котором одной из основных операций является бурение шпуров.

Развитие буровой техники имеет многолетнюю историю — от ручных инструментов до современных механизированных бурильных комплексов. В современных условиях основная масса горных пород высокой крепости разрушается ударно-поворотным способом, эффективность которого определяется не только параметрами режима бурения, но и конструкцией применяемого породоразрушающего инструмента.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-165 от 03.06.25
АУ УС

На практике именно инструмент выступает наиболее уязвимым звеном бурового комплекса, поскольку подвергается высоким динамическим и контактными нагрузкам при взаимодействии с породой. Частые случаи преждевременного выхода инструмента из строя не только снижают производительность, но и вызывают незапланированные простои, увеличивают эксплуатационные затраты и нарушают технологический цикл бурения.

Только при оптимальном сочетании частоты вращения, осевого усилия, энергии удара, формы и схемы размещения вставок на буровом инструменте можно достичь требуемой производительности и ресурсоэффективности. Повышение стойкости и надёжности инструмента за счёт оптимизации его геометрических параметров способствует увеличению межремонтного ресурса и снижению удельных энергозатрат на метр проходки.

В связи с этим задача совершенствования структуры породоразрушающего безлезвийного инструмента приобретает особую актуальность как с точки зрения повышения эффективности бурения, так и в контексте ресурсосбережения и снижения производственных затрат.

2. Научная новизна диссертации

– На основе известных задач теории упругости разработан теоретические подходы к оценке эффективности симультанного внедрения в горную породу двух инденторов с учетом их геометрической формы.

– Предложено и обосновано введение понятия коэффициента влияния формы индентора, отражающего функциональную взаимосвязь между характеристиками инструмента, режима нагружения и породы, такими, как геометрическая форма твердосплавной вставки, расстояние между двумя соседними вставками, механические свойства разрушаемой породы, сила удара. Вычисление данного коэффициента позволяет выбрать рациональную форму индентора с точки зрения глубины внедрения.

– Экспериментально доказано существование оптимальной величины соотношения расстояния между двумя инденторами и их диаметром, при котором максимально увеличивается объем разрушения породы и глубина внедрения инструмента за один удар.

– Разработан новый способ выполнения геометрической формы рабочей поверхности бурового инструмента, применение которого в совокупности с заданной схемой размещения инденторов при условии установки соседних

вставок на расстоянии, не превышающем 1,5 от их диаметра, обеспечивает повышение механической скорости ударно-поворотного бурения.

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 классических контактных задачах теории упругости, законах и положениях механики разрушения твёрдых тел, что обеспечивает методологическую строгость и внутреннюю согласованность результатов.

Численные расчёты выполнены с применением современных средств математического моделирования и позволяют оценить влияние основных геометрических параметров инструмента на результативность его внедрения в разрушаемую горную породу. Результаты моделирования корректно интерпретированы и сопровождаются графическим материалом.

Экспериментальные исследования, проведённые в лабораторных условиях, продемонстрировали удовлетворительное соответствие между теоретическими прогнозами и фактическими результатами испытаний. Стендовые испытания инструмента в условиях динамического нагружения 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 для науки и практики в области горного машиностроения, к числу которых следует отнести:

- Аналитически решена задача симультанного разрушения горной породы двумя инденторами посредством установления зависимости между их геометрическими параметрами, механическими свойствами разрушаемой

породы, усилием ударного воздействия и глубиной внедрения инструмента в виде коэффициента влияния формы индентора, позволяющего определять рациональную форму индентора с точки зрения глубины внедрения инструмента.

– Установлено, что повышение скорости бурения возможно при условии выполнения твердосплавной вставки инструмента в форме тела вращения трактрисы вокруг оси, проходящей через вершину трактрисы параллельно ее асимптоте, что одновременно обеспечивает увеличение ресурса инструмента за счет эквидистантного изменения формы вставки.

– Выявлено, что увеличение объёма разрушения и глубины внедрения безлезвийного бурового инструмента при динамическом воздействии на горную породу может быть достигнуто при условии учёта эффекта симультанности, согласно которому два соседних индентора устанавливаются на расстоянии, не превышающем 1,5 от их диаметра.

– Установлено, что увеличение механической скорости ударно-поворотного бурения в среднем на 12% может быть достигнуто при выполнении рабочей поверхности буровой коронки синусоидальной формы с вогнутостью в центральной части в совокупности с равномерным расположением инденторов в характерных точках синусоиды.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 9 печатных работах, в том числе в 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 (Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus); получены 1 патент на изобретение, 1 патент на полезную модель.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Полученные в диссертационной работе теоретические положения и прикладные результаты имеют высокую научную и практическую значимость.

С теоретической точки зрения работа вносит вклад в развитие механики разрушения горных пород при ударно-поворотном бурении, расширяя представления о влиянии геометрии и структуры безлезвийного инструмента на процесс разрушения. Разработаны функциональные зависимости, описывающие связь между параметрами твердосплавных вставок, условиями

нагрузки и глубиной внедрения, а также обоснованы критерии рационального размещения вставок с учётом эффекта симультанности.

Ценность представленных в диссертации результатов заключается в создании научно обоснованных подходов к проектированию безлезвийного породоразрушающего инструмента для ударно-поворотного бурения, обеспечивающих повышение механической скорости бурения крепких горных пород за счёт оптимизации геометрических параметров твердосплавных вставок и их схемного расположения.

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

- разработана методика выбора геометрических параметров инденторов, формы рабочей поверхности бурового инструмента, схемы размещения инденторов, адаптированная к различным условиям эксплуатации и характеристикам горных пород;

- разработаны и запатентованы конструктивные решения твердосплавной вставки и буровой коронки, применение которых позволяет увеличить глубину внедрения инструмента, повысить скорость бурения и сократить энергоёмкость процесса (патент РФ на изобретение №2801724, патент РФ на полезную модель №225501);

- результаты диссертации внедрены в производственную практику ООО «ММЗ» (акт внедрения от 10.12.2024 г.) при разработке штыревого бурового инструмента с целью повышения эффективности бурения шпуров в условиях крепких пород.

Таким образом, работа сочетает в себе фундаментальную проработку научной проблемы и конкретные инженерные решения, ориентированные на внедрение в реальный производственный процесс.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при разработке, конструировании и совершенствовании бурового инструмента машин ударно-поворотного действия, предназначенных для бурения шпуров и скважин в крепких горных породах.

Работа обладает потенциалом научной и практической востребованности, поскольку открывает оригинальные направления в решении задач, связанных с повышением эксплуатационных характеристик горных машин на основе совершенствования их рабочих органов, оснащенных безлезвийным буровым инструментами.

Предложенные научно обоснованные подходы к выбору геометрической формы твердосплавных вставок, схем их размещения, а также конструктивных решений рабочей поверхности буровой коронки целесообразно внедрять на предприятиях, специализирующихся на производстве и применении бурового инструмента, например:

- АО «Машиностроительный холдинг» (г. Екатеринбург);
- ООО «Горный инструмент» (г. Новокузнецк);
- АО «Кыштымское машиностроительное объединение» (г. Кыштым);
- ООО «Орловский завод бурового инструмента и оборудования» (Орловская область);
- 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 бурового инструмента, моделированию разрушения породы и повышению эффективности буровзрывных работ. 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

1. Анализируя в 1-й главе диссертации способы бурения, соискатель пишет, что ударно-поворотное бурение и соответственно безлезвийный породоразрушающий инструмент применяются для разрушения горной породы с коэффициентом крепости в широком диапазоне 6-20 по шкале М.М. Протодьяконова. Однако физический эксперимент проводится лишь на породе с коэффициентом крепости 18. Какова эффективность применения предлагаемого инструмента на относительно мягких породах (6-8 по шкале М.М. Протодьяконова) - не ясно.

2. Автором установлено, что коэффициент влияния формы индентора на скорость бурения имеет максимальное значение для вставки, выполненной в форме тела вращения трактрисы. Хотелось бы знать, может ли из всего многообразия геометрических форм оказаться такая, при которой

данный коэффициент будет еще больше, или для тела вращения трактрисы он принимает предельное значение.

3. Анализируя данные по соотношению l_H/d_H , приводимые в открытых источниках, а также определяя указанное соотношение по реальным конструкциям коронок, соискатель ошибочно делает несколько раз один и тот же вывод, приводя на стр. 53 диссертации два диапазона: 1-3 (этот же диапазон указан на стр. 14 автореферата) и 1,60-3,2, ссылаясь при этом на несуществующий рисунок 1.15.

4. По результатам компьютерного моделирования внедрения твердосплавных вставок в образец горной породы соискатель составляет сводную таблицу с относительными величинами исследуемых соотношений, не приводя абсолютных значений, что снижает восприятие полученных результатов.

5. В описании нового технического решения буровой коронки осталось не раскрытым условие задания расстояния между соседними инденторами, т.к. их оси расположены под углом друг другу. Где в таком случае находятся вершины треугольников – в вершине вставки, или в точке пересечения оси вставки с синусоидальной поверхностью коронки?

6. Не ясно, что за потоки показаны на рисунке 4.6 диссертации и рисунке 13 автореферата – нет ни пояснений, ни числовой шкалы.

8. Заключение по диссертации

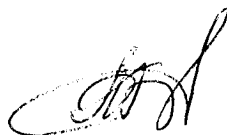
Диссертация Алиевой Лейлы является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития горного машиностроения и решения проблемы повышения эффективности машин для ударно-поворотного бурения крепких горных пород.

Диссертация «Повышение эффективности бурения совершенствованием структуры породоразрушающего безлезвийного инструмента», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины, соответствует 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 от 20.05.2021 №953 адм, а ее автор –

Алиева Лейла – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 Геотехнология, горные машины.

Диссертация Алиевой Лейлы на тему «Повышение эффективности бурения совершенствованием структуры породоразрушающего безлезвийного инструмента» обсуждена и отзыв одобрен на заседании кафедры «Горное дело» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова» (протокол № 9 от 21.05.2025 г.).

Председатель заседания
Заведующий кафедрой «Горное дело»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Южно-Российский
государственный политехнический
университет имени М.И. Платова»
доктор технических наук, доцент

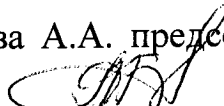
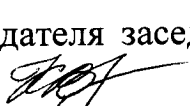


Белодедов Андрей
Алексеевич

Секретарь заседания
Старший преподаватель кафедры «Горное
дело» федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Южно-Российский
государственный политехнический
университет имени М.И. Платова»



Раева Виктория Борисовна

Подпись Белодедова А.А. председателя заседания и Раевой В.Б. секретаря
заседания заверяю  

Начальник управления персоналом



Иванченко Галина Георгиевна

Сведения о ведущей организации:
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический
университет имени М.И. Платова».

Почтовый адрес: 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения,
д. 132. ЮРГПУ (НПИ)

Эл. почта: rektorat@npi-tu.ru

Телефон: +7 (863) 5255394