

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и международному
сотрудничеству ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», канд. техн. наук



К.С. Костиков

« 20 »

01

2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (КузГТУ)
на диссертацию Белова Олега Дмитриевича
«Обоснование и разработка метода расчета параметров предохранительных
валов для борьбы с камнепадом с борта карьера»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая
геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Актуальность темы диссертации

Диссертация Белова О.Д. посвящена решению актуальной научно-технической задачи повышения безопасности открытых горных работ путем совершенствования методов проектирования защитных сооружений от камнепадов. Автор справедливо отмечает рост числа камнепадов, обусловленный климатическими изменениями и интенсификацией добычи, а также недостаточную изученность этой проблемы применительно к горнодобывающей отрасли в отечественной практике. Существующие нормативные подходы, как показано в работе, часто не учитывают ключевых факторов механики движения обломков. Таким образом, разработка научно обоснованного метода расчета параметров предохранительных валов является важной и своевременной задачей, имеющей высокую практическую значимость для обеспечения промышленной безопасности на карьерах.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем.

1. Установлено, что максимальной кинетической энергией при движении с отскоком от склона обладает обломок эквивалентной формы, что является ключевым фактором для обоснования прочности защитных сооружений.

2. Впервые получены регрессионные зависимости максимальной кинетической энергии обломка эквивалентной формы от его объема для широкого диапазона геометрических параметров склона (угол наклона 50-70°, высота уступа 15-45 м, объем обломка 0,5-10 м³).

3. Разработан инженерный метод и методика расчета параметров предохранительных валов, основанные на прогнозе максимальной кинетической энергии обломка и учете предельной энергии поглощения вала, описываемой регрессионной полиномиальной моделью второй степени.

Практическая значимость работы состоит в следующем.

1. Разработанная методика позволяет обосновывать оптимальные геометрические и геотехнические параметры предохранительных валов на карьерах, что ведет к сокращению материальных и временных затрат на их проектирование и строительство.

2. Внедрение методики на горнодобывающих предприятиях позволит повысить уровень защиты персонала и техники от камнепадов, снизив риск аварийности и связанных с ней финансовых потерь.

3. Полученные регрессионные зависимости и расчетная модель энергии поглощения вала являются полезными инструментами для инженеров-проектировщиков и могут быть использованы при разработке проектной документации.

Результаты диссертации могут быть рекомендованы для использования такими горнодобывающими компаниями как: ПАО «АЛРОСА», ПАО «Мечел», АО «СУЭК», АО «ХК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», АО «УК «Кузбассразрезуголь» и другими.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, подтверждается:

- соответствием результатов численного моделирования в специализированном программном комплексе RAMMS:Rockfall с аналитическими расчетами по отечественным и зарубежным методикам (расхождение по ключевым параметрам не превышает 4%);
- высокой сходимостью (среднее расхождение 2,5%) результатов расчета энергии поглощения вала по предложенной формуле с данными численного моделирования в Plaxis 3D;
- применением современных, общепризнанных в горном деле программных комплексов и стандартных методик обработки данных.

Структура и основное содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 115 наименований и двух приложений, изложена на 124 страницах и содержит 40 рисунков и 19 таблиц.

Во введении автором обоснована актуальность работы, сформулированы цель и идея исследования, приведены основные научные положения, научная и практическая значимость результатов исследования.

Первая глава посвящена обоснованию актуальности проблемы камнепадов на карьерах, анализу отечественных и зарубежных исследований, выделены три этапа их развития. Проведен обзор методов моделирования и проектирования защитных сооружений, на основе сравнения программных комплексов (RockyFor3D и RAMMS:Rockfall) обоснован выбор RAMMS:Rockfall для дальнейших расчетов.

Вторая глава содержит сравнение аналитических методов расчета динамики обломка с результатами численного моделирования для верификации модели. Исследуется влияние пяти типовых форм обломков (сферическая, кубическая, эквивалентная, плоская, удлиненная) на их движение. Установлено, что обломок эквивалентной формы обладает максимальной кинетической энергией, что определило его выбор для дальнейшего исследования.

В третьей главе автором установлены количественные зависимости максимальной кинетической энергии обломка эквивалентной формы от его объема ($0,5-10 \text{ м}^3$) для различных комбинаций высоты уступа (15, 30, 45 м) и угла наклона склона (50° , 60° , 70°). Для каждого случая получены регрессионные полиномиальные модели второй степени, показавшие высокую точность при проверке.

Четвертая глава охватывает исследование влияния геометрических размеров предохранительного вала и физико-механических свойств грунта отсыпки (сцепление, модуль Юнга, угол внутреннего трения) на предельную энергию поглощения. На основе результатов моделирования методом регрессионного анализа получена полиномиальная формула второй степени для расчета энергии поглощения, позволяющая определять оптимальные параметры вала без проведения трудоемкого численного моделирования.

В заключении приводятся основные научные результаты и выводы.

Апробация работы и публикации

Основные результаты работы были представлены на международных и всероссийских конференциях, включая симпозиум «Неделя горняка». По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК по заявленной специальности, что соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Замечания и вопросы к автору.

1. В работе обоснован выбор комплекса RAMMS:Rockfall на основе сравнения двух зарубежных программных продуктов. Желательно было бы привести сравнительный анализ с другими, в том числе, отечественными актуальными пакетами.

2. Регрессионные модели зависимости кинетической энергии от объема получены для жесткого (скального) склона без учета его возможной деформации или разрушения при ударе, при этом не дана оценка пределам применимости моделей и степени влияния этого фактора.

3. В расчетах энергии поглощения вала принято допущение о полном переходе кинетической энергии в работу деформации. Целесообразно было бы

оценить долю энергии, рассеиваемой за счет отскока обломка от вала, и ее влияние на конечный результат.

Высказанные замечания не снижают общего высокого научного уровня и ценности диссертационного исследования.

Автореферат диссертации и опубликованные работы достаточно полно отражают основные положения диссертации и результаты проведенных исследований.

Заключение

Диссертация Белова Олега Дмитриевича «Обоснование и разработка метода расчета параметров предохранительных валов для борьбы с камнепадом с борта карьера» является законченным научно-квалификационным исследованием. В работе решена актуальная научная задача, обладающая существенной практической значимостью для горнодобывающей отрасли. Автором получены новые научные результаты, разработан и апробирован новый инженерный метод.

Диссертация, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а ее автор Белов Олег Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Диссертация и автореферат рассмотрены и обсуждены года на расширенном заседании кафедры маркшейдерского дела и геологии КузГТУ 20 января 2026 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой
маркшейдерского дела и геологии,
канд. техн. наук, доцент



Михайлова
Татьяна Викторовна

Профессор кафедры
строительного производства и
экспертизы недвижимости,
докт. техн. наук, профессор



Простов
Сергей Михайлович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (КузГТУ)

Адрес: 650000, Кемеровская область – Кузбасс, г. Кемерово, ул. Весенняя, д.28.
Тел./факс: +7 (3842)396960. Адрес электронной почты: kuzstu@kuzstu.ru.