

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

БОТВЕНКО ДЕНИСА ВЯЧЕСЛАВОВИЧА

**«МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА И ЛОКАЛИЗАЦИИ
ВЗРЫВНОГО ГОРЕНИЯ РУДНИЧНЫХ ГАЗОВ ПРИ РАЗРУШЕНИИ
ГОРНЫХ ПОРОД НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ»,**

представленную на соискание ученой степени

доктора технических наук

по специальности

**05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (горная
промышленность)**

Отдельные аварии в угольных шахтах, сопровождающиеся возгораниями и взрывами рудничных газов, зачастую, как у нас в стране, так и за рубежом, ставят результаты расследования в тупик, поскольку причинно-следственные связи их возникновения показывают полное отсутствие «человеческого фактора» и «технологических причин» побуждающих взрывное горение. С другой стороны, остаются недостаточно регламентированными методы превентивного контроля возможности возгорания газов в горных выработках, в том числе, при переходе в неуправляемое состояние, сопровождающееся тяжелыми последствиями.

О сложности проблемы свидетельствует целенаправленное создание специализированных направлений науки о безопасности горнорудного производства, чему свидетельствуют многочисленные публикации в таких представительных журналах как «Уголь», «Физика горения и взрыва», «Пожарная безопасность», «Пожаро- и взрывобезопасность», «Безопасность труда в промышленности» и т.д., а также в зарубежных изданиях «Combustion and Flame», «Applied Thermal Engineering», «Journal of Hazard Materials» и др.

Тематика исследований Ботвенко Д.В. входит в сферу критических технологий федерального уровня: «Технологии предупреждения и

ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», имеющих важное социально-экономическое значение.

В диссертации Ботвенко Д.В. особое внимание обращено на формирование критических условий возгораний метановоздушных смесей при разрушениях горных пород в выработках угольных шахт, имеющих техногенное происхождение.

Проведенные исследования трибологических и электродинамических процессов и их особенностей, имеющих место при деформировании и разрушении горного массива, позволили Денису Вячеславовичу решить и дать ответ на ряд сложных вопросов, стоящих во главе крупной научно-технической проблемы, проблемы увеличения промышленной безопасности горнорудного производства.

В связи с этим, безусловно, **тематика исследований Ботвенко Дениса Вячеславовича, представленная в диссертации, является актуальной.**

Кроме того, **актуальность** обозначенной тематики исследований подтверждается ее востребованностью при выполнении, с участием Дениса Вячеславовича, госконтрактов и федеральных целевых программ, перечисленных в диссертации.

Диссертация Д.В. Ботвенко **включает в себя введение, семь глав и заключение.**

Диссертационная работа, в целом, представляет собой рукопись, написанную грамотным техническим языком, текстовая часть достаточно структурирована, сбалансирована с формулами, рисунками, таблицами и графиками. Выводы и заключение в концентрированном виде отражают результаты исследований.

Во введении, с точки зрения практической значимости, формулируются и обосновываются проблемы, в основном те, для которых решения в диссертации получены впервые. Обосновывается целесообразность проведения научных исследований.

В первой главе диссертации приведены результаты обзора аварийности на угольных шахтах, состояние методов и средств для их выявления, в том числе, когда источником возгораний пыле- и метановоздушных смесей являются техногенные факторы.

По результатам работ отечественных и зарубежных авторов анализируются существующие подходы к оценкам деформирования горных пород и условиям воспламенений углеводородов, явившиеся исходным базовым материалом, использованным в диссертации.

Во второй главе диссертации представлены, разработанные автором, аналитические и численные модели, описывающие и выявляющие основные закономерности трибологических проявлений при динамических контактах разрушаемых частей горных пород. Представлена верификация разработанных моделей и подходов, показывающая их потенциальную пригодность для изучения процессов фрикционного взаимодействия пород в рамках решения связанных задач теорий нелинейной упругой пластичности и нестационарной теплопроводности.

В третьей главе приведены разработанные автором диссертации методические основы анализа деформирования углепородного массива сложного строения как в пределах, так и за пределами упругости с учетом кинетики разрушения.

В четвертой главе диссертации представлены результаты исследования условий реализации параметров воспламенения рудничных газов при фрикционном динамическом взаимодействии частей горных пород.

Пятая глава содержит результаты выполненных автором диссертации исследований предельных состояний и характера разрушения углепородного массива сложного строения в окрестности реальной горной выработки как фактора зарождения вспышек метановоздушных смесей.

В шестой главе представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований возгораний и взрывов пылеметановоздушных смесей в выработках угольных шахт.

Седьмая глава содержит сформулированные автором диссертации рекомендации по подавлению и локализации фрикционного и электродинамического воспламенения пыле-метано-воздушных смесей при разрушении горных пород в выработках угольных шахт.

Научная новизна рецензируемой диссертации имеет теоретическую и практическую направленность:

1. Разработана методология анализа и последующего синтеза трибологических эффектов во взрывоопасных зонах разрушаемого во времени горного массива в окрестности выработок угольных шахт.

2. Разработан математический аппарат аналитического и численного моделирования геомеханической обстановки массива пород в районе выработок, представляющих потенциальную опасность фрикционного воспламенения рудничных газов при разрушении горных пород.

3. Разработаны методы испытаний и лабораторный стенд для определения фрикционной опасности горных пород и угледобывающего инструмента.

4. Получены результаты экспериментальных и теоретических исследований, послужившие основой для создания методических основ анализа деформирования углепородного массива сложного строения и прогнозирования условий воспламенения рудничных газов в горных выработках угольных шахт.

Практическая значимость диссертации Д.В. Ботвенко заключается:

1. В создании алгоритмов и программ, методических основ анализа деформирования углепородного массива сложного строения, которые могут быть использованы с целью увеличения безопасности горного производства путем опережающего сопровождения горных разработок.

2. В подготовке разделов нормативных документов федерального уровня в части производственного контроля степени фрикционной опасности горных пород.

3. В создании устройств динамической автономной взрывозащиты, как последнего рубежа защиты горнорабочих и оборудования при взрывах рудничных газов в горных выработках.

Сформулированные научные положения диссертационных исследований **обоснованы и доказаны.**

Достоверность полученных автором результатов базируется на соответствии прогнозов обрушения углепородных массивов в горных выработках с шахтными наблюдениями, на результатах сопоставления прогнозов фрикционных воспламенений метановоздушных смесей с экспериментальными данными, полученными в лабораторных условиях, на сопоставлении результатов расчетов с данными расчетов других авторов для задач близких по тематике диссертации.

Личный вклад автора представлен совокупностью проведенных впервые работ, охватывающих теоретические и экспериментальные исследования фрикционных и электродинамических воспламенений рудничных газов в горных выработках, в разработке обязательных требований, включенных в соответствующие пункты Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правил безопасности в угольных шахтах».

Замечания, вопросы и пожелания

1. Задачи исследований следовало бы конкретизировать, поскольку в представленной формулировке для большинства из них (см. задача 2, 3, 4 и 5) имеет место самостоятельная крупная научно-техническая проблема.

2. Излишне подробно описаны разделы диссертации в части интерпретации эмпирического критерия прочности Кулона-Мора, постановки задачи деформирования горных пород на базе функционала Лагранжа с использованием метода конечных элементов для его

дискретизации. В этом смысле изложение напоминает учебное пособие для ВУЗа.

3. Не достаточно полно обоснован перенос данных лабораторных испытаний фрикционной безопасности образцов горных пород на процесс разрушения горных пород в натурных условиях.

4. Представленные в работе исследования необходимо продолжить в направлении анализа изменения газовой обстановки в выработках угольных шахт, вызванной фильтрацией углеводородов в зависимости от характера разрушения массива, и, одновременно, с учетом мероприятий по дегазации.

Сделанные замечания **не снижают высокой положительной оценки диссертационной работы Д.В. Ботвенко.**

Тема диссертации Д.В. Ботвенко «Методологические основы прогноза и локализации взрывного горения рудничных газов при разрушении горных пород на угольных шахтах» соответствует паспорту специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (горная промышленность) (по части **формулы специальности: «причины возникновения, закономерности проявления и развития, методы и средства превентивного и текущего управления природными и техногенными явлениями разрушительного и пожароопасного характера»; **области исследований:** «3. Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях...; 5. Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, материалов...; 6. Исследование и разработка средств и методов, обеспечивающих снижение пожарной и промышленной опасности технологических процессов, предупреждения пожаров и аварий, тушения пожаров»).**

Текстовая часть автореферата полностью соответствует содержанию рукописи диссертации.

Большинство результатов диссертационного исследования Ботвенко Д.В. апробированы **на научных конференциях различного**

уровня, получили одобрение научной общественности и опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Минобразования РФ для публикаций материалов докторских диссертаций («Уголь», «Безопасность труда в промышленности», «Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности» и др.). Получены три патента РФ на разработанные способы прогноза взрывоопасности.

Подводя итог научной и практической значимости основных результатов, положений и выводов, представленных в диссертации, необходимо отметить, что автором выполнена огромная научно-исследовательская работа, которая заслуживает высокую оценку специалистов в области безопасности по газу производств горнорудной промышленности.

В целом диссертация **Ботвенко Дениса Вячеславовича** является законченной научно-квалификационной работой и по результатам решения научных задач, обоснованности, достоверности и новизне научных положений, практической ценности, имеющих существенное значение для пожарной и промышленной безопасности угольных шахт, соответствует требованиям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями на 01.10.2018 г.), а ее автор **Ботвенко Денис Вячеславович** заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (горная промышленность).

Официальный оппонент
доктор технических наук,
профессор, главный научный
сотрудник Инжинирингового центра
быстрого промышленного
прототипирования высокой
сложности ФГАОУ ВО

«Национальный исследовательский
технологический университет
«МИСиС»

Тел.: 8 (499) 230-27-30

E-mail: alexandergromov@gmail.com

Громов
Александр Александрович

Подпись Громова А.А. заверяю

Ученый секретарь ФГАОУ ВО
«Национальный исследовательский
технологический университет
«МИСиС»

Тарасов
Вадим Петрович

ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСиС»

Адрес: 119049, г. Москва,

Ленинский проспект, д. 4

Телефон: +7 495 955-00-32

E-mail: kancela@misis.ru

Дата «22» 09 2020 г.

ПОДПИСЬ _____ ЗАВЕРЯЮ _____
Проректор по безопасности
и общим вопросам
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МИСиС»

