

Отзыв

официального оппонента на диссертацию
Франтова Александра Евгеньевича на тему:

«Научное обоснование совершенствования и применения конверсионных взрывчатых веществ для разрушения горных пород»

по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» на соискание учёной степени доктора технических наук

Актуальность избранной темы определяется необходимостью совершенствования взрывных технологий и заряжания взрывных скважин взрывчатыми веществами (ВВ) с различными характеристиками, соответствующими разрушаемому горным породам. В качестве эффективных взрывчатых ВВ автором выбраны разнообразные конверсионные взрывчатые вещества, изготавливаемые из компонентов утилизируемых боеприпасов.

Параметрами, характеризующими отличия конверсионных от промышленных ВВ по взрывчатым, физико-химическим свойствам и геометрическим характеристикам, является малый критический диаметр, более высокая скорость детонации, высокая чувствительность к механическим, тепловым и электрическим воздействиям, низкая ударно-волновая чувствительность порохов и топлив, широкий спектр форм и геометрических размеров зарядов, высокая плотность и водостойкость.

В настоящее время на горных предприятиях в эксплуатацию вовлечены глубокозалегающие участки месторождений, отработка которых производится в сложных горнотехнических условиях (повышение плотности, прочности, блочности, доли скальных пород, усложнение гидрогеологических условий). Усложнение условий разработки характеризуется увеличением степени зажима горных пород, возрастанием сопротивлений при бурении и взрывании.

На подземных горных работах наблюдается низкий коэффициент использования шпуров при проходке горных выработок, что является следствием неполного использования энергии ВВ. При существующей технологии отбойки увеличение глубины разработки, усложнение горно-геологических и горнотехнических условий сопряжено с ухудшением качества дробления горной массы, что существенно усложняет процесс горных работ.

В связи с этим, совершенствование и разработка новых технологий взрывного разрушения горных пород при открытых и подземных геотехнологиях с использованием высокоэнергетических конденсированных конверсионных взрывчатых материалов является актуальной научной проблемой, решение которой, содействует ускорению научно-технического прогресса в области взрывного разрушения пород при освоении месторождений твердых полезных ископаемых.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяется большим количеством проведенных теоретических и экспериментальных исследований, результаты которых, позволили сформулировать научные положения и обеспечить решение задач диссертации. Автором работы в достаточном объеме проведены экспериментальные исследования и измерения. Они характеризуются удовлетворительной сходимостью опытных данных с результатами теоретических расчетов, повторяемостью и сопоставимостью их с известными ранее результатами. Результаты работы прошли широкую апробацию и опубликованы в многочисленных трудах автора и защищены 17 патентами на изобретения РФ.

Новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций. Новизна исследований заключается в разработке новых принципов применения конверсионных ВВ в горных геотехнологиях. Автор использовал полученные в экспериментах характеристики конверсионных ВВ для изменения свойств зарядов промышленных ВВ. В работе впервые определено понятие - «Кондиционирование свойств конверсионных ВВ, под которым понимается совокупность процессов механического или физического воздействия на разрывные и метательные заряды боеприпасов с целью придания им свойств, обеспечивающих эффективное и безопасное применение в технологических процессах открытых, подземных горных работ и подземного выщелачивания руд». Установлены новые зависимости параметров взрывных работ от свойств массива горных пород и характеристик конверсионных ВВ, обеспечивающие управление энергией, работой и действием взрыва при отбойке горных пород. Автором впервые разработаны рекомендации по ведению взрывных работ в агрессивных средах, основанные на особых свойствах конверсионных ВВ. И, что особенно важно, разработана комплексная классификация технологий взрывания по видам геотехнологии, способам разработки месторождений, методам добычи, позволяющая обосновать требования по кондиционированию свойств компонентов разрывных и метательных зарядов боеприпасов в соответствии с направлениями использования взрыва в физико-технической и физико-химической геотехнологии.

Практическая ценность работы заключается в разработке обоснованных рекомендаций по применению конверсионных ВВ на горных работах, базирующихся на учете условий размещения зарядов, технологических свойств горных пород (крепости), свойств ВВ, в качестве основного классификационного признака используется взрывная эффективность, определяемая показателем удельной мощности ВВ. Разработаны и реализованы на практике технические решения по иницированию зарядов, исключаящие или снижающие до минимума возникновение низкоскоростных режимов взрывчатого превращения, с передачей иницирующего импульса промежуточному детонатору детонирующим шнуром низкой энергии с усилителем детонационного импульса. Предложены внедрены на практике конструкции шпуровых и

скважинных зарядов конверсионных взрывчатых веществ для контурного взрывания, получение оптимальной объемной плотности заряжения в которых производится изменением размеров радиальных зазоров и осевых полостей. Обоснованы конструкции вертикальных концентрированных зарядов для малоплотных и низкочувствительных ВВ с линейным инициированием конверсионными взрывчатыми веществами, в которых реализуется возможность изменения угла наклона фронта детонационной волны на границе раздела «заряд - среда» и давления в волне напряжений.

Несомненным достижением автора являются разработанные рекомендации по применению конверсионных взрывчатых веществ в процессах и операциях взрывных работ на открытых и подземных горных работах, при контурном взрывании, при инициировании шпуровых и скважинных зарядов, при вторичном дроблении горных пород, при инициировании вертикальных концентрированных зарядов, при проходке горных выработок.

Краткая характеристика диссертации.

Выбранная автором структура работы позволяет достичь заявленной цели исследования и решения сформулированных задач. Структура исследования построена логично и состоит из введения, восьми глав, две из которых посвящены анализу свойства компонентов разрывных и метательных зарядов боеприпасов применительно к использованию в геотехнологии, учету факторов, оказывающих влияние на безопасность применения и устойчивое состояние детонации конверсионных ВВ, а также особенностям ведения взрывных работ в процессах физико-технической и физико-химической геотехнологии. Еще три главы посвящены разработке взрывных технологий разрушения горных пород с использованием конверсионных ВВ на открытых и подземных горных работах, в технологических процессах подземного выщелачивания руд. Седьмая глава посвящена условиям воздействия на окружающую среду, восьмая – оценке эффективности с учетом особенностей технологий взрывания при использовании конверсионных ВВ.

Раскрытие поставленной цели автором проводится на основе анализа физико-технических, взрывчатых и технологических свойств компонентов разрывных и метательных зарядов, их ресурсного потенциала. Подход к решению поставленной цели проводится поэтапно, с учетом рассмотрения факторов, характеризующих особенности ведения взрывных работ, - горно-геологических условий и горнотехнических особенностей разработки месторождений, технологических характеристик руд. Такой подход позволяет автору выйти на формулирование технологического содержания понятия «кондиционирование свойств конверсионных ВВ», осуществляемого на основе предлагаемых критериев управления свойствами конверсионных ВВ в геотехнологии.

В первой главе исследуются методы оценки свойств ВВ при стандартных условиях испытаний, характеризующих местную и общую формы работы взрыва, для определения чувствительности к внешним

воздействиям, определяющим опасность в обращении, для определения эффективности применения в геотехнологических процессах, основанные на связи свойств ВВ с проявлением различных форм работы взрыва.

Во второй главе исследуются взрывчатые, физико-технические, химико-технологические свойства компонентов разрывных и метательных зарядов боеприпасов. Прослеживается связь особенностей ведения буровзрывных работ в геотехнологии с горнотехническими и горно-геологическими условиями месторождений, технологическими свойствами пород. Даются качественные критерии управления свойствами конверсионных ВВ в геотехнологии. На основе анализа опыта производства взрывных работ выполнена систематизация особенностей взрывания с учетом вида геотехнологии, способа разработки, метода добычи, позволяющая обосновать требования по кондиционированию свойств компонентов разрывных и метательных зарядов боеприпасов. В практическом разрезе рассматриваются тренды изменения свойств порохов, гранипоров и бризантных ВВ. Приводятся рекомендации по применению конверсионных ВВ для отбойки горных пород на карьерах.

Третья глава посвящена рассмотрению факторов, оказывающих влияние на безопасность применения и устойчивое состояние детонации конверсионных ВВ. Интересным вопросом, рассматриваемым в данной главе, является исследование особенностей инициирования конверсионных ВВ и создание систем инициирования скважинных зарядов, обеспечивающих исключение низкоскоростных режимов взрывчатого превращения.

Рассматриваемые в четвертой главе технологические решения позволяют сформировать научно-методический аппарат процессов взрывания с использованием конверсионных ВВ в открытой физико-технической геотехнологии: при отбойке в сложных горнотехнических условиях, контурного взрывания для обеспечения безопасного состояния откосов уступов, вторичного дробления негабарита. Метод сопоставительного анализа при моделировании процессов взрывания позволяет обоснованно выбирать параметры взрывания для пород с различной удельной энергоемкостью взрывного разрушения, с учетом структурных особенностей горного массива. Заслуживают внимания методы расчета зарядов при отбойке со снижением величины перебура скважин, регулирования объемной плотности заряжания при контурном взрывании за счет параметров осевой полости.

В пятой главе дается теоретическое описание решений задач управления действием и работой взрыва при дроблении горных пород в технологических процессах подземных горных работ. Прагматичность подхода автора заключается в возможности практического использования на очистных работах при взрывании вертикальных концентрированных зарядов конверсионных ВВ. При обосновании технологии взрывных работ в условиях проходческого забоя используется нетривиальный подход, включающий управление активной частью заряда конверсионных ВВ, энергия которой расходуется на полезные формы работы взрыва.

Примененное в шестой главе формальное описание особенностей технологических процессов физико-химических методов добычи позволяет автору работы определить осложняющие процесс выщелачивания факторы и обосновать параметры и показатели взрывной интенсификации процесса выщелачивания с использованием конверсионных ВВ в условиях изменения щелочно-кислотных условий среды при pH от 2 до 10.

В седьмой главе автор, на основе использования нового понятийного аппарата методики оценки величины нагрузки на компоненты природной среды (атмосферу, воду и почву), показывает влияние условий взрывания и обосновывает возможность снижения вредного воздействия продуктов взрыва конверсионных ВВ на природную среду за счет приемов ведения работ в геотехнологии.

В восьмой главе исследуются существующие подходы к определению технико-экономической эффективности конверсионных ВВ, анализируются показатели утилизации боеприпасов при производстве промышленных ВВ. Для оценки технико-экономической эффективности конверсионных ВВ предлагается методический подход, основанный на учете особенностей процессов и операций взрывных работ в геотехнологии. Повышение эффективности конверсионных ВВ достигается за счет увеличения объема взрывания и повышения выхода горной массы, снижения удельного расхода ВВ, сокращения перебура взрывных скважин, снижения выхода негабарита, увеличения производительности горно-транспортного оборудования, снижения затрат на вторичное дробление, повышения КИШ, снижения ущерба от сокращения простоев и эксплуатации оборудования, получения дополнительного металла на тонну выщелачиваемой руды, сокращения потерь металла и др.

Разработанные рекомендации по применению конверсионных взрывчатых веществ построены на основе формализованных описаний взрывных процессов и операций геотехнологии: контурного взрывания, инициирования шпуровых, скважинных и вертикальных концентрированных зарядов, вторичного дробления горных пород, проходки горных выработок. Рекомендации имеют широкий практический интерес при разработке безопасных методов ведения взрывных работ и создании эффективных конструкций зарядов.

Результаты и выводы диссертации могут быть применены практически для всей гаммы горных предприятий, которые применяют буровзрывные работы при разработке скальных горных пород.

Апробация работы и публикации по теме диссертации.

Основные положения диссертации прошли широкую апробацию на различных международных конференциях и симпозиумах. Результаты работы опубликованы в 72 печатных работах, в т.ч. 34 в изданиях,

рекомендованных ВАК. По теме диссертации получены 17 авторских свидетельств и патентов.

Содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, содержит 105 рисунков, 66 таблиц, список литературы из 472 наименований. Диссертация и реферат хорошо оформлены, написаны грамотно, выводы и рекомендации обоснованы и не вызывают сомнений.

Не смотря на общее положительное мнение о диссертации, необходимо отметить некоторые недостатки:

- недостаточное внимание уделено в работе перспективам использования конверсионных ВВ в промышленности;
- излишне подробно автор рассматривает элементы геотехнологий, т.к. разработанные рекомендации могут использоваться практически в любых горно-геологических условиях;
- не очень понятно, каким образом ударно-волновая чувствительность конверсионных ВВ, характеризующая надежность взрывания, обеспечивается преобразованием физического состояния, консистенции и физической структуры;
- из работы не ясно какое влияние оказывают конверсионные ВВ на экологическую и промышленную безопасность взрывных работ в промышленности;
- в разделе «научная новизна» указаны инженерные методики, которые больше подходят для отражения практической значимости работы;
- в диссертации отсутствуют исследования, связанные с влиянием режимов заряжания на пылеобразование при пневмозарядании;
- в работе указан метод регистрации параметров детонации неким методом «аквариума», что требует пояснение;
- работа изобилует различными сокращениями, которые не являются общепринятыми, что несколько усложняет рассмотрение диссертации;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ диссертации показал, что несмотря на отмеченные недостатки, диссертация **Франтова Александра Евгеньевича** на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработана совокупность технических и технологических решений по теоретическому обоснованию параметров взрывной технологии и управления взрывчатыми свойствами утилизируемых боеприпасов, обеспечивающих в физико-технической и физико-химической геотехнологии эффективность отбойки горных пород и безопасное ведение взрывных работ, внедрение которых содействует ускорению научно-технического прогресса в

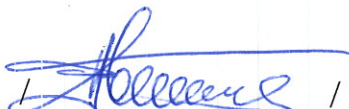
области взрывного разрушения пород при освоении месторождений твердых полезных ископаемых.

Диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор **Франтов Александр Евгеньевич** заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности **25.00.20 – «Геомеханика, разрушение пород, рудничная аэрогазодинамика, горная теплофизика»**

Официальный оппонент,

профессор, доктор технических наук, профессор Горного института(МГИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Россия, 119049, г. Москва, Ленинский пр., д. 4. Тел. (499) 230-25-68, bvamgggu@mail.ru,

Белин Владимир Арнольдович

 / **Белин В.А.**

Подпись профессора Белина В.А. заверяю:

Директор Горного института (МГИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», профессор, доктор экономических наук **Мясков Александр Викторович.**



 / **Мясков А.В.**