

**ФАНО России**  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА**  
**им. Н.А. ЧИНАКАЛА**  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИГД СО РАН)



Утверждаю

Директор ИГД СО РАН, к.т.н.

А.С. Кондратенко

2017 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации — Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела имени Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск) на диссертационную работу Франтова Александра Евгеньевича "Научное обоснование совершенствования и применения конверсионных взрывчатых веществ для разрушения горных пород", представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.20 — "Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика"

#### **Объем и структура диссертации**

Представленная диссертация Франтова А. Е. на тему: "Научное обоснование совершенствования и применения конверсионных взрывчатых веществ для разрушения горных пород" состоит из введения, восьми глав, заключения, списка литературы, включающего 472 наименования, 10 приложений. Основной текст изложен на 305 страницах машинописных листах, общий объем — 343 страницы.

#### **Актуальность темы диссертации**

Решение проблемы совершенствования и применения конверсионных ВВ для разрушения горных пород неразрывно связано с необходимостью научного обоснования эффективного и безопасного применения на основе передовых достижений науки. В связи с этим актуальность развития научных основ исследования и совершенствования взрывных технологий с применением конверсионных ВВ в физико-технических и физико-химических геотехнологиях имеет весьма существенное значение для развития страны.

Автор диссертации формулирует и решает задачи, направленные на повышение эффективности безопасных взрывных технологий, используемых в горном деле при извлечении полезных ископаемых из недр. Исследуемые автором вопросы соответствуют приоритетным направлениям разработки месторождений полезных ископаемых.

#### **Новизна проведенных исследований**

На основании выполненных исследований автором:

1. Дана систематизация особенностей взрывных работ, основанная на признаках, характеризующих вид геотехнологии, способ разработки месторождений, метод добычи, и позволяющая обосновать требования по кондиционированию свойств компонентов разрывных и метательных зарядов боеприпасов в соответствии с видом выполняемых взрывных работ в физико-технической и физико-химической геотехнологиях.

2. Впервые определено технологическое содержание понятия "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.

3. Установлены зависимости параметров взрывных работ от свойств массива горных пород и характеристик конверсионных ВВ, обеспечивающие управление энергией, работой и действием взрыва при отбойке пород, контурном взрывании и проведении выработок, а также устойчивое состояние детонации в сложных щелочно-кислотных условиях при подземном выщелачивании.

4. Разработаны инженерные методики определения рациональных параметров взрывания с использованием конверсионных ВВ при отработке сложных забоев разнотипных горных пород, отбойке пород с сокращением длины перебура скважин, контурном взрывании, взрывании вертикальных концентрированных зарядов, при проведении подземных выработок, при взрывной интенсификации процесса выщелачивания руд.

5. Получены расчетные зависимости активной части кумулятивных зарядов плоской симметрии линейной и кольцевой формы от формы и размеров кумулятивной выемки.

6. Предложена методика оценки экономической эффективности применения конверсионных ВВ, основанная на учете особенностей производства взрывных работ в технологических процессах открытых, подземных горных работ и подземного выщелачивания руд.

Предложенные автором новые решения строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями. Достоверность результатов проведенных исследований обуславливается тем, что в их основе лежит использование проведенных многолетней практикой взрывной отбойки с применением конверсионных ВВ на основе управления свойствами компонентов разрывных и метательных зарядов боеприпасов с учетом особенностей взрывных работ, а также физические эксперименты, результаты которых имеют удовлетворительную сходимость в сравнении с теоретическими расчетами.

#### **Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов**

Автором работы дано: обоснование методов и параметров кондиционирования свойств конверсионных ВВ (разрывных и метательных зарядов боеприпасов) должно быть основано на учете их взрывчатых и физико-механических свойств и особенностей взрывных работ в соответствии с предложенной систематизацией по видам геотехнологии, способам разработки, методам добычи; модификация состава, преобразование физического состояния, консистенции и физической структуры, изменение чувствительности к механическим воздействиям и ударной волне, формирование зарядов для применения по назначению обеспечивает необходимые показатели опасности в обращении и устойчивого состояния детонации конверсионных ВВ, соответствующие особенностям взрывных работ в геотехнологии; изыскание методов применения конверсионных ВВ при взрывном разрушении горных пород на карьерах следует производить за счет управления энергией и действием взрыва на основе установленных связей, позволяющих при разработке сложных забоев определять на основе задаваемых кусочно-линейных функций объемную концентрацию энергии конверсионных ВВ для пород с разной удельной энергоемкостью взрывного разрушения и пространственным положением контактов руд и пород, при контурном взрывании определять объемную плотность заряжения на основе зависимости, выражаемой произведением плотности конверсионных ВВ на разность параболических отношений радиуса заряда и радиуса полости к радиусу скважины; во взрывных технологиях разрушения руд при подземной добыче управление действием и работой взрыва следует производить с учетом установленных зависимостей, позволяющих при линейном инициировании вертикальных концентрированных зарядов изменять угол встречи ударной

волны со стенкой скважиной за счет выбора детонационных характеристик простейших и конверсионных ВВ, при проведении горных выработок определять оптимальную величину линии наименьшего сопротивления на основе зависимости, выражаемой произведением полинома третьей степени на сомножитель, выражаемый кубическим корнем из отношения произведений плотности ВВ на квадрат диаметра заряда для конверсионных и штатных ВВ; во взрывных технологиях разрушения руд при подземном выщелачивании интенсификацию процесса обеспечивает при повторном дроблении замагазинированной руды способность конверсионных ВВ к сохранению взрывчатых свойств в сложных щелочно-кислотных условиях.

В результате проведенных исследований автором разработан ряд рекомендаций, технических решений, методов расчета по применению конверсионных ВВ, а именно: разработаны рекомендации по применению конверсионных ВВ на открытых горных работах, базирующиеся 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; реализованы технические решения по иницированию зарядов, исключая или снижающие до минимума возникновение низкоскоростных режимов взрывчатого превращения, с передачей иницирующего импульса промежуточному детонатору детонирующим шнуром низкой энергии с усилителем детонационного импульса; на основе разработанного расчетного метода определения оптимальных параметров зарядов с осевой полостью обоснованы конструкции зарядов конверсионных ВВ и параметры их взрывания, обеспечивающие сокращение перебура взрывных скважин за счет повышения интенсивности взрывного воздействия на подошвенную часть блока; предложены конструкции зарядов конверсионных ВВ для контурного взрывания, в которых обеспечение оптимальной объемной плотности заряжения производится за счет изменения размеров радиальных зазоров и осевых полостей; обоснованы конструкции вертикальных концентрированных зарядов, обеспечивающие управление параметрами волны напряжений путем изменения угла наклона фронта детонационной волны на границе раздела "заряд-среда" за счет выбора смесевых малоплотных промышленных и конверсионных ВВ; разработаны технологические схемы взрывных работ при дроблении негабарита в процессе выпуска и доставки руды: в дучках, при вибровыпуске, в выработках скреперования, при ликвидации завалов в рудоспусках с применением зарядов конверсионных взрывчатых веществ специальных конструкций; предложены технологические схемы взрывных работ для интенсификации выщелачивания в зоне открыто-подземного яруса, при создании противофильтрационных завес для предотвращения потерь выщелачивающих и продуктивных растворов, для создания горизонтальных распределительных щелей при распределении выщелачивающих растворов, для изменения характеристик продуктивных пластов; разработаны рекомендации по применению конверсионных взрывчатых веществ в процессах и операциях взрывных работ: на открытых горных работах, при контурном взрывании, при иницировании шпуровых и скважинных зарядов, при вторичном дроблении, при иницировании вертикальных концентрированных зарядов, при проходке горных выработок; рекомендации по применению конверсионных ВВ на открытых горных работах, базирующиеся 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.

Разработанные автором рекомендации и новые технические решения нашли применение в научно-исследовательских и промышленных предприятиях: КНИИМ, МГГУ, НИИПИМ, ОАО "Союзвзрывпром", НПП "Самаравзрывтехнология", "НТЦ "Росвзрывбезопасность", НПП "Экоресурсы".

**Рекомендации по использованию результатов и выводов, полученных в диссертации**

Результаты исследований, проведенных автором диссертации, рекомендуется использовать:

— при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию взрывных технологий для добычи полезных ископаемых;

— при расчете и проектировании параметров буровзрывных работ и разработке схем расположения зарядов ВВ различной конструкции;

— при проведении оценки эффективности технологических схем взрывных работ с учетом особенностей процессов открытых, подземных горных работ и подземного выщелачивания руд;

— при выборе и обосновании схем и инициирования шпуровых, скважинных и вертикальных концентрированных зарядов ВВ;

— в учебном процессе при обучении студентов современным методам изучения взрывных процессов при обрушении горных пород.

#### **Замечания по диссертации:**

1. В первом научном положении, на наш взгляд, лишним является выражение "должно быть".

2. В третьем и четвертом научных положениях также выражение "следует производить" заменить на "производится".

3. В процессе проведения исследований по диссертационной работе как использовался анализ методов оценки эффективности взрывания в геотехнологии и свойств ВВ?

4. При рассмотрении использования вторичных энергетических материалов за рубежом и сравнения его с опытом России не представлены сравнительные данные по объемам утилизации и применению конверсионных взрывчатых материалов в промышленности.

5. Какие ограничения существуют при использовании кольцевых кумулятивных зарядов (ККЗ) при разрушении горных пород в процессах физико-технической и физико-химической геотехнологии?

6. Промежуточные детонаторы на основе баллиститных шашек с усилителем детонационного импульса обладают повышенной инициирующей способностью. Какие условия являются наиболее целесообразными для их применения?

7. Неясно, какой получен реальный экономический эффект при использовании результатов данной работы?

Отмеченные замечания не являются принципиальными и не уменьшают значимости проведенного исследования.

#### **Общее заключение по работе**

Диссертация написана единолично, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Проведенные исследования совместно направлены на научное обоснование и разработку эффективных и безопасных взрывных технологий с применением конверсионных ВВ в физико-технических и физико-химических геотехнологиях, и полностью соответствуют научным положениям, выносимым на защиту.

В автореферате Франтова А. Е. изложены основные идеи и выводы диссертации, показывается вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость приведенных результатов исследований. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Основные положения и результаты диссертации Франтова А. Е. докладывались и обсуждались на научных конференциях различного уровня, опубликованы в монографии, в 49 научных статьях, в т. ч. 34 публикациях в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК России, и подтверждаются семнадцатью патентами РФ на изобретения. Кроме того, в работе обобщены результаты исследо-

ваний, выполненные Франтовым А. Е. в рамках основных направлений фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения наук о Земле РАН, государственных заданий Федерального агентства научных организаций РФ, Федеральной целевой программы и др.

Соответствие диссертации специальности 25.00.20 — "Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика" подтверждается тем, что в ней изучаются закономерности внешних и внутренних процессов разрушения горных пород под действием взрыва конверсионных ВВ, создаются новые способы передачи горной породе внешней энергии, обеспечивающей ее отбойку за счет управления энергией взрыва на основе установленных связей различных параметров, обосновываются и выбираются параметры кондиционирования свойств ВВ в связи с видом геотехнологии и методом добычи.

Диссертационная работа Франтова Александра Евгеньевича "Научное обоснование совершенствования и применения конверсионных взрывчатых веществ для разрушения горных пород" является научно-квалификационной, 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, внедрение которых вносит значительный вклад в области взрывного разрушения горных пород при освоении месторождений твердых полезных ископаемых.

Представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и обладает практической значимостью. Диссертационная работа Франтова Александра Евгеньевича "Научное обоснование совершенствования и применения конверсионных взрывчатых веществ для разрушения горных пород" соответствует п. 9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней" ВАК РФ. Автор диссертации Франтов Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.20 — "Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика".

Профессор, доктор технических наук, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН)

Андрей Андреевич Еременко

630091, Новосибирск, Красный проспект, 54.

Тел. (383) 2053030, доб. 111

eremenko@ngs.ru

