

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



Кафедра горного дела



**XIV Международная научно-техническая конференция
«ИННОВАЦИОННЫЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
РУДНЫХ И НЕРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»**

3-4 апреля 2025 г.
Сборник докладов

Ответственный за выпуск
доктор технических наук, профессор Н. Г. Валиев

Екатеринбург – 2025

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭВВ «АРГУНИТ РХ» ПРИ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТАХ

ГОРИНОВ С. А.¹, ЖАБКО А. В.², СЕЛИН И. Ю.³

¹ АНО «Национальная организация инженеров-взрывников»

² Уральский государственный горный университет

³ ООО «РудХим»

Аннотация. В работе представлен обзор средств механизации, позволяющих осуществлять в подземных условиях зарядание шпуров и скважин ЭВВ «Аргунит РХ». Данное ЭВВ специально разработано для использования при подземной добыче, так как благодаря высокой вязкости способно удерживаться в восходящих скважинах (шпурах) после выполнения зарядных работ. Представлены зарядно-смесительные устройства и приведены их технические характеристики. Сделан вывод, что технология взрывных работ, основанная на применении ЭВВ «Аргунит РХ», может быть рекомендована для применения горным предприятиям, особенно разрабатывающим подземным способом сульфидные руды.

Ключевые слова: подземная добыча полезных ископаемых, эмульсионные взрывчатые вещества, средства механизации зарядных работ, ЭВВ «Аргунит РХ»

TECHNOLOGY OF APPLICATION OF EE "ARGUNIT RCh" DURING UNDERGROUND WORK

GORINOV S.A.¹, ZHABKO A.V.², SELIN I.YU.³

¹ANO "National Organization of Explosive Engineers"

²Ural State Mining University

³"RudHim" LLC

Abstract. The paper presents an overview of the means of mechanization that make it possible to load boreholes and wells of the "Argunit RH" EE in underground conditions. This explosive is specially designed for use in underground mining, as due to its high viscosity it is able to be retained in ascending wells (boreholes) after charging operations. Charging and mixing devices are presented and their technical characteristics are given. It is concluded that the blasting technology based on the use of "Argunit RH" EE can be recommended for use by mining enterprises, especially those developing sulfide ores underground.

Keywords: underground mining, emulsion explosives, means of mechanization of charging operations, EE "Argunit RH".

В настоящее время основной объем взрывных работ при открытой добыче полезных ископаемых осуществляется с применением эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) [1]. Это связано с высокими потребительскими свойствами данных взрывчатых веществ (ВВ), а также тем, что ЭВВ можно изготавливать на местах производства

взрывных работ, что значительно снижает затраты на логистику и выполнение охранных мероприятий.

Однако при подземной добыче применение более безопасного и экономичного ЭВВ имеет ограниченное распространение. Это объясняется особенностями технологий подземной добычи полезных ископаемых, для которых характерны стесненные условия и широкое применение восстающих зарядов ВВ. Последнее сужает область применения патронированных ЭВВ и не позволяет производителям взрывных работ полностью отказаться от штатных тротилосодержащих гранулированных ВВ.

Решение вопроса о расширении применения ЭВВ при подземной добыче наметилось в применении наливных ЭВВ с химической газогенерацией. Последняя обеспечивает как высокий уровень безопасности, так как заряжаемая эмульсия приобретает свойства ВВ будучи уже размещенной в скважине (шпуре), так и наименьшие экономические затраты для придания эмульсии взрывчатых свойств (по сравнению с другими способами сенсбилизации).

Однако для эффективного применения наливных ЭВВ требуется выполнения комплекса технологических и технических решений, направленных на обеспечение взрывников-практиков:

- различными средствами механизации зарядных работ, позволяющими выполнять взрывные работы в самых разных условиях – при проходке стволов и капитальных выработок на горизонте откатки, нарезке вспомогательных выработок, включая восходящие, скважинной (шпуровой) отбойке, дроблении негабарита и ликвидации зависаний;
- матричными эмульсиями, способными к газогенерации в холодном состоянии;
- ЭВВ, способными удерживаться в восходящих скважинах (шпурах) после зарядных работ.

При подземной добыче в РФ потребляются значительные объемы ВВ, поэтому решение вопроса о переходе на ЭВВ взамен штатных тротилосодержащих ВВ является актуальной технической и научной задачей.

В настоящее время в РФ внедрением разработанных технологий применения наливных ЭВВ при подземных работах наиболее активно занимаются в ООО «ЭВОБЛАСТ», АО «НИПИГОРМАШ», АО «Нитро-Сибирь» и ООО «РудХим». При этом, первые три фирмы используют для химической газогенерации нитрит натрия, а ООО «РудХим» – пероксид водорода.

Известно, что для эффективной газогенерации ЭВВ при использовании нитрита натрия необходимо понижать pH газогенерирующей добавки (ГГД) и использовать матричную эмульсию с $\text{pH} < 4$. Пониженная кислотность ЭВВ способствует повышению активности экзотермического взаимодействия ЭВВ с сульфидными рудами [2-9]. Это снижает уровень безопасности взрывных работ из-за повышения опасности возникновения неконтролируемого взрыва ЭВВ. Во избежание данного явления в состав ЭВВ вводятся ингибиторы, замедляющие реакции взаимодействия аммиачной селитры, являющейся основным компонентом ЭВВ, с сульфидными рудами [10-15]. Однако использование ингибиторов снижает взрывчатые характеристики ЭВВ [2, 16].

ООО «РудХим», применяющий для газогенерации ЭВВ пероксид водорода, напротив, для эффективной газогенерации принимает меры к повышению pH ГГД и использует матричную эмульсию с $\text{pH} > 6$ [17]. Данное обстоятельство способствует

снижению активности взаимодействия ЭВВ с сульфидными рудами и повышает уровень безопасности взрывных работ [4, 12].

Сульфидные руды являются важнейшими источниками никеля, кобальта, меди, цинка, свинца и других ценных металлов, играющих огромную роль в экономике России. Безопасная технология добычи данных руд безусловно важна и востребована горной промышленностью страны, поэтому представляет интерес детальное рассмотрение технологии взрывных работ в подземных условиях, предлагаемой ООО «РудХим».

В настоящей работе представлен обзор средств механизации зарядных работ, разработанных и изготавливаемых ООО «РудХим». Данные устройства позволяют осуществлять зарядку шпуров и скважин высоковязким ЭВВ «Аргунит РХ» [18, 19]. ЭВВ «Аргунит РХ» изготавливается ООО «РудХим» по оригинальной технологии специально для применения в подземных условиях. Матричная эмульсия «Аргунита РХ» способна к газогенерации в холодном состоянии, а высокая вязкость и липучесть позволяет ему удерживаться в восходящих скважинах (шпурах) после зарядных работ без дополнительных запорных устройств и рукавов. Данное ЭВВ имеет высокую скорость детонации (5100-5400 м/с) и может использоваться для разрушения горных пород любой крепости и обводненности.

Ниже на рис. 1-3 приведены разработанные шпуровые зарядчики и зарядно-смесительные модули. Технические характеристики представленных устройств приведены в табл. 1-3.

I. Шпуровые зарядчики



Рис.1. Зарядчики шпуровые: а) РХ-1; б) РХ-2.001.1 ; в) РХ-2-001.2; г) РХ-2.002

Таблица 1. Технические характеристики шпуровых зарядчиков

Показатели	PX-1	PX-2.001.1	PX-2.001.2	PX-2.002
Вес нетто, кг	16	27	40	35
Ёмкость для эмульсии, л	10 или 20	20	20	21
Ёмкость для сенсibilизатора, л	1	2,5-5,0	2,5-5,0	3
Размеры ДхШхВ, мм	350х270х375	700х330х319	700х550х900	530х510х1155
Длина зарядного шланга до, м	5	7	7	10
Диаметр зарядного шланга, мм	25	32	32	32
Производительность, кг/мин	10-12	15-20	15-20	15-10
Мощность, Вт	200	600	600	600
Для пневмопривода min давление сжатого воздуха, бар	3	3	3	3
Для электропривода аккумулятор, В	24	24	24	24
Плотность ЭВВ, г/см ³	0.8-1.2	0,8-1,2	0,8-1,2	0,8-1,2
Зарядчик порционный, порция, г	250	1000	1000	1000
Дистанционное включение на зарядном шланге	Да	-	-	-

II. Транспортируемые смесительно-зарядные модули



Рис. 2. Транспортируемые смесительно-зарядные модули

а) на ж/д платформе - PX – 3; б), в) на самоходном шасси – PX-4 и PX-5

Таблица 2. Технические характеристики транспортируемых смесительно-зарядных модулей

Показатели	PX-4	PX-4	PX-5
Вес нетто, кг	970	600	1900
Ёмкость для эмульсии, л	730	1000	3,3 м ³
Ёмкость для сенсibilизатора, л	100	40	180
Ёмкость для воды, л	200	80	280
Размеры ДхШхВ, мм	2600х1110х1100	1906х1152х1480	3285х1950х1300
Длина зарядного шланга до, м	350	20 для шпуров 50 для скважин	50
Диаметр зарядного шланга, мм	32	32	32
Плотность ЭВВ, г/см ³	0,8-1,2	0,8-1,2	0,8-1,2
Для пневмопривода			
Мощность, КВт	8	4	4
Производительность, кг/мин	75	45	75
min давление сжатого воздуха, бар	3	4	-
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	8-10	24	-
Для гидропривода			
Производительность, кг/мин		75	75
Давление масла, бар	-	110	110
Поток масла, л/мин	-	90	90
Для электропривода напряжение, В	380	-	-

III. Смесительно-зарядные модули, совместимые с ИВС-контейнерами

a



б



Рис. 5. Модули смесительно-зарядные: а) PX – 6; б) PX-6P

Таблица 3. Технические характеристики смесительно-зарядных модулей РХ – 6 и РХ-6Р

Показатели	РХ-6	РХ-6Р
Вес нетто, кг	130	85
Эмульсия поступает из ИВС-контейнера	1 м ³	1 м ³
Сенсибилизатор поступает из п/э канистры, л	20-30	40
Размеры ДхШхВ, мм	1906х1152х1480	640х425х1400
Длина зарядного шланга до, м	50	100
Диаметр зарядного шланга, мм	32	32
Плотность ЭВВ, г/см ³	0.8-1.2	0,8-1,2
Для пневмопривода		
Мощность, КВт	4	4
Производительность, кг/мин	75	-
min давление сжатого воздуха, бар	5	-
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	3	-
Для гидропривода		
Производительность, кг/мин	75	200
Давление масла, бар	110	110
Поток масла, л/мин	90	90
Для электропривода напряжение, В	380	-

Анализ технических показателей разработанных шпуровых зарядчиков и зарядно-смесительных модулей показывает, что они позволяют эффективно осуществлять взрывные работы при подземной добыче полезных ископаемых в любых условиях. Данное обстоятельство позволяет рекомендовать технологию взрывных работ, разработанную в ООО «РудХим», для применения горным предприятиям, особенно рудникам, разрабатывающим подземным способом сульфидные руды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соснин В. А. Состояние и перспективы развития промышленных взрывчатых веществ в России и за рубежом / В. А. Соснин, С. Э. Межерицкий // Вестник Казанского технологического университета. - 2016.- Т. 19. - № 19.- С. 84-89.
2. Колганов Е. В. Эмульсионные промышленные взрывчатые вещества. 1-я книга (Составы и свойства) / Е. В. Колганов, В. А. Соснин - Дзержинск Нижегородской области, издательство ГосНИИ «Кристалл», 2009. 592 с.
3. Коваленко И. Л. Ингибирование взаимодействия пирита с аммиачно-селитренными взрывчатыми веществами / И. Л. Коваленко, В. П. Куприн// Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – 2013(11). - № 1. – С. 84-91.
4. Катышев С. Ф. Определение условий безопасного применения аммиачно-селитровых взрывчатых веществ на сульфидных месторождениях / С. Ф. Катышев, В. Н. Десятник, Л. М. Теслюк// Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – Т. 18. - № 2. – С. 24-28.

5. Куприн В. П. Взаимодействие эмульсионных взрывчатых веществ и их компонентов с сульфидными минералами / В. П. Куприн, И. Л. Коваленко // Взрывное дело. – 2010. - № 103/60. – С. 154- 159.
6. Петров Е. А. Исследование влияния концентрации ингибирующих добавок на химическую стойкость эмульсионных взрывчатых веществ в среде пирита /Е. А. Петров, И. П. Вдовина, П. И. Савин// Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2018. - № 1. – С. 54-58
7. Петров Е. А. Исследование влияния стабилизирующих добавок на термическое разложение эмульсионного взрывчатого вещества в среде пирита /Е. А. Петров, П. И. Савин, П. Г. Тамбиев, Н. В. Бычин// Горный журнал Казахстана. - 2016. - № 1. – С. 18-21.
8. Горинов С. А. Эмульсионные взрывчатые вещества для добычи сульфидсодержащих горных пород / Горинов С. А., Маслов И. Ю., Оверченко М. Н., Пустовалов И. А // Взрывное дело. – 2017. - № 117/74. - С. 127-137.
9. Покалюхин Н. А. Гранулированное промышленное взрывчатое вещество «Дитолан-С» для разработки сульфидных руд / Н. А. Покалюхин, С. А. Кабиров, А. А. Ибрагимов, Р. А. Ибрагимов // Вестник технологического университета. - 2019. – Т. 19. - № 19. – С. 137-140.
10. Катышев С. Ф. Влияние добавок на взаимодействие аммиачной селитры с сульфидной рудой/ С. Ф. Катышев, В. Н. Десятник, Л. М. Теслюк// Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19. - № 5. – С. 54- 57.
11. Маслов И. Ю. Определение содержания ингибитора в эмульсионных взрывчатых веществах для отбойки колчеданных руд / Маслов И. Ю., Горинов С. А.// Взрывное дело. - 2023. - № 139/96. - С. 51-66.
12. Маслов И. Ю. Влияние вида и содержания ингибитора на детонационные характеристики сульфидоустойчивых ЭВВ / И. Ю. Маслов, С. А. Горинов // Взрывное дело. - 2020. - № 129/86. - С. 188-205.
13. Патент № 2622305 RU. Эмульсионное взрывчатое вещество Аргунит РХ/ Савченко Н. В., Куприн А. В., Куприн Р. В., Селин И. Ю.// Оpubл. 14.07.2017.

Научное издание

XIV Международная научно-техническая конференция
«ИННОВАЦИОННЫЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ
И НЕРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»

3–4 апреля 2025 г.

Сборник докладов

Ответственный за выпуск
доктор технических наук, профессор Н. Г. Валев

Редактор изд-ва В. В. Франц
Компьютерная верстка В. В. Франц

Подписано в печать 21.12.2025
Печать на ризографе. Бумага писчая. Формат 60 × 84/8.
Усл. печ. л. 14, 125. Уч.-изд. л. 12,1 Тираж 80. Заказ.

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета