

References

1. Mukhtarov T. M. *Kombinirovannyi sposob razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* (Combined method of mineral deposits' mining). Moscow : Nedra, 1988. 321 p.
2. Shelkanov V. A. *Kombinirovannaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy* (Combined mining of ore deposits). Moscow : Nedra, 1974. 250 p.
3. Demidov Yu. V. Kontseptsiya i nauchnye problemy kombinirovannoy razrabotki moshchnykh rudnykh mestorozhdeniy Kolskogo poluostrova (Concept and scientific issues of combined mining of large-capacity ore deposits of Kola Peninsula). *Otkryto-podzemnaya razrabotka moshchnykh rudnykh mestorozhdeniy* (Open-cast and underground mining of large-capacity ore deposits). Apatity : Kola Science Center of Russian Academy of Sciences, 1995. pp. 12–15.
4. Kaplunov D. R., Kalmykov V. N., Rynikova M. V. *Kombinirovannaya geotekhnologiya* (Combined geotechnology). Moscow : «Ore and Metals» Publishing House, 2003. 560 p.
5. Baryshnikov V. D., Gakhova L. N., Kramsov N. P. Geomekhanicheskaya otsenka usloviy otrabotki zakonturnykh zapasov pri sformirovannykh bortakh karera (Geomechanical assessment of overboard reserve mining conditions with formed pit edges). *Gornyy Informatsionno-Analicheskyy Byulleten = Mining Informational-Analytical Bulletin*. 2010. No. 6. pp. 223–230.
6. Lazchenko K. N., Terentev B. D. *Geotekhnologicheskie sposoby razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* (Geotechnological methods of mineral deposit mining). Moscow : Gornaya Kniga, 2007. 75 p.
7. Mikhaylov Yu. V. *Podzemnaya razrabotka mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh: podzemnaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy v slozhnykh gorno-geologicheskikh usloviyakh : uchebnoe posobie* (Underground mining of mineral deposits: underground mining of ore deposits in complex mining-geological conditions : tutorial). Moscow : Akademiya, 2008. 320 p.

УДК 622.235:622.27

О. В. ТОКАРЕВ, М. В. КУЗЕНКОВ, Р. Г. РАСТОРГУЕВ (АО «Кольская ГМК»)
М. Н. ОВЕРЧЕНКО (ЗАО «Орика СиАйЭс»)

ОПЫТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОТКРЫТЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ В АО «КОЛЬСКАЯ ГМК»



О. В. ТОКАРЕВ,
зам. генерального директора
по минерально-сырьевому
комплексу – начальник
Горного управления



М. В. КУЗЕНКОВ,
начальник горного отдела
Горного управления



Р. Г. РАСТОРГУЕВ,
главный горняк
Горного управления



М. Н. ОВЕРЧЕНКО,
генеральный директор,
канд. техн. наук

Описана осуществляемая с 1998 г. модернизация буровзрывного комплекса на открытых и подземных горных работах АО «Кольская ГМК» на основе собственного изготовления компонентов и применения эмульсионных взрывчатых веществ. Представлены характеристики ЭВВ, технологии и механизированные комплексы преимущества ЭВВ и перспективы дальнейшего расширения объемов области их применения.

Ключевые слова: буровзрывные работы, эмульсионные взрывчатые вещества, компоненты, изготовление, зарядание скважин, механизированные комплексы, преимущества, безопасность, себестоимость, сокращение ядовитых выбросов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.06.13>

изготовлении и применении. Создание нового класса ЭВВ позволило выйти на более высокий уровень безопасности состава и получать ВВ с требуемыми характеристиками, причем непосредственно при зарядании в скважины [5].

В 1998 г. на промышленной площадке комбината «Печенганикель» (сейчас АО «Кольская ГМК») по договору с компанией «Дино Нобель» (разработчик проекта) был построен и введен в эксплуатацию цех по изготовлению водоземлюльсионного взрывчатого вещества «Сларрит» для применения на открытых горных работах. Производительность цеха 6 тыс. т ВВ в год.

Технология изготовления ЭВВ «Сларрит» проста, безопасна и полностью механизирована. Компонентами ЭВВ являются: раствор окислителя (аммиачной селитры) в воде, топливная фаза — смесь индустриального масла и эмульгатора, газогенерирующая добавка. Эмульгатор и газогенерирующую добавку постав-

В настоящее время на горнодобывающих предприятиях России широкое распространение получили эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ), и объемы их использования при ведении буровзрывных работ неуклонно возрастают [1–4].

Следует отметить, что ЭВВ — это одни из немногих типов ВВ, удовлетворяющих требованиям потребителей и сочетающих высокую эффективность взрывных работ с их безопасностью при

ляла компания «Дино Нобель» (в настоящее время эти компоненты поставляет компания «Орика», а продукту присвоено товарное наименование ЭВВ «Фортис»). Аммиачную селитру (АС) доставляют железнодорожным транспортом непосредственно к пункту приготовления компонентов ЭВВ; разгружают и раскладывают ее в хранилища при помощи электропогрузчика. Доставку компонентов ЭВВ в карьер осуществляют смесительно-зарядной машиной (СЗМ). На базе автомобиля «Вольво» смонтировано оборудование для транспортирования до 12 т компонентов, их смешивания и приготовления ЭВВ непосредственно при зарядании скважины. В пункте приготовления компоненты ЭВВ закачивают специальными насосами в отдельные емкости, выполненные в виде термосов для поддержания постоянной температуры. Все три компонента при транспортировании в карьер взрывобезопасны.

На первом этапе зарядания скважины раствор окислителя и топливную фазу подают дозировочными насосами в эмульсионный миксер, который смешивает эти фазы и под воздействием эмульгатора сгущает эмульсию до состояния густой смазки. Для придания детонационных свойств в эмульсию перед подачей в скважину добавляют газогенерирующую добавку. Иницирование ЭВВ в скважинах осуществляется пентолитовыми шашками ПДП-600 от незлектрической системы иницирования «Искра-С». Основные характеристики ЭВВ «Фортис» приведены ниже.

Теплота взрыва, ккал/кг	688
Кислородный баланс, %	0,8
Энергия в скважине при плотности заряда 1200 кг/м ³ , ккал/дм ³	860
Скорость детонации в стальной оболочке диаметром 50 мм, км/с	4,2
Минимальный иницирующий заряд, г	30
Гарантированная устойчивость к детонации, сут:	
в обводненных скважинах	7
в сухих	30

Полный переход на применение ЭВВ в карьерах комбината показал их значительные преимущества в сравнении с используемыми ранее гранулированными промышленными ПВВ:

- полностью механизирован технологический процесс приготовления ВВ и зарядания скважин;
- значительно снижено загрязнение окружающей среды ядовитыми газами за счет практически нулевого кислородного баланса ЭВВ;
- в связи с тем, что готовое ВВ получается при смешивании невзрывчатых компонентов только в скважине, практически исключена возможность самопроизвольной детонации при подготовке и транспортировании в карьер компонентов ЭВВ;
- исключены приобретение и доставка большого количества взрывоопасных промышленных ВВ по железной дороге из средней полосы России, их хранение и перевозки внутри компании; получен значительный экономический эффект.

В 2004 г. начался переход с открытого способа разработки Ждановского месторождения на подземный. При отработке под-



Поверхностный комплекс (цех) по изготовлению компонентов ЭВВ для производства БВР в карьерах



Смесительно-зарядная машина в карьере на зарядании скважин ЭВВ

карьерных и прибортовых запасов руды горняки подземного рудника «Северный» столкнулись с проблемой высокой обводненности восходящих взрывных скважин. Опираясь на положительный опыт применения ЭВВ на открытых горных работах, в 2006 г. было принято решение о проведении опытно-промышленных испытаний ЭВВ в подземных условиях. Началось проектирование и строительство подземного пункта подготовки компонентов ЭВВ, было закуплено шасси автомобиля «Фадрома» для установки на нем смесительно-зарядного оборудования компании «Дино Нобель». Опытно-промышленные испытания начались в 2008 г., однако положительного эффекта достигнуть не удалось: ЭВВ (тогда его называли «Титан») вымывалось из обводненных восходящих скважин и плохо удерживалось даже в сухих. В течение 2008–2009 гг. компания «Дино Нобель», вошедшая позднее в состав компании «Орика», разработала новую рецептуру ЭВВ для применения в подземных условиях под названием «Сабтэк».



В 2009 г. начали второй этап опытно-промышленных испытаний, в ходе которого было заряжено более 100 т ЭВВ «Сабтэк» в восходящие скважины. Для заряжания скважин использовали зарядное оборудование МСУ-561 на базе шасси Paus. Полученные результаты позволили принять решение о расширении применения в подземных условиях ЭВВ «Сабтэк». В 2012 г. был заключен договор с компанией «Орика» об аренде шасси «Нормет» и смесительно-зарядной установки МСУ-586, а также о поставке компонентов для производства и заряжания ЭВВ. Специалисты «Орики» провели обучение персонала рудника «Северный». В течение 2012 г. было изготовлено и заряжено 610 т ЭВВ «Сабтэк»; к концу года объемы его применения достигли более 90 т в месяц — более 30 % общих объемов потребления ВВ в подземном руднике. Конструкция заряжания восходящих скважин предусматривает обратное инициирование [6]. В придонной части скважины устанавливают промежуточный детонатор — пентолитовую шашку ПДП-300, которую инициируют неэлектрической системой «Искра-Ш».

По результатам применения ЭВВ «Сабтэк» в течение 2012 г. сделаны следующие выводы:

- работоспособность ЭВВ и качество дробления руды выше, чем при использовании «Граммотол-20» собственного изготовления;
- в обводненных скважинах с водопритоком до 10 л/мин «Сабтэк» устойчиво удерживается, сохраняет все свои свойства и показатели дробления руды;
- снижаются трудозатраты при заряжании скважин за счет отсутствия ручного труда при загрузке ВВ в зарядную установку;
- главное достоинство — высокая степень безопасности производства взрывных работ за счет использования невзрывчатых компонентов ЭВВ до их смешения и заряжания скважин;
- существенно снижаются выбросы ядовитых газов в рудничную атмосферу в связи с близким к нулю кислородным балансом ЭВВ;
- из-за отсутствия пылеобразования в процессе загрузки ЭВВ и заряжании в скважины значительно улучшены условия труда взрывного персонала;
- себестоимость изготовления и применения ЭВВ «Сабтэк» ниже себестоимости «Граммотол-20»;
- применение ЭВВ «Сабтэк» позволило перейти на новые паспорта БВР с увеличенными расстояниями между веерами и концами скважин, что обеспечивает дополнительный и значительный экономический эффект за счет снижения затрат на буровые и взрывные работы. Основные характеристики ЭВВ «Сабтэк» приведены ниже.

Плотность состава, г/см ³ :	
до газификации	Не менее 1,25
после газификации	0,7–1,25
Теплота взрыва, ккал/кг	855
Кислородный баланс, %	–6,7

Объемная концентрация энергии при плотности заряда 1250 кг/м ³ , ккал/дм ³	855–1068
Скорость детонации в полиэтиленовой трубе диаметром 44 мм, км/с	4,1
Объем газообразных продуктов взрыва, л/кг	995
Объем ядовитых газообразных продуктов в пересчете на СО, л/кг	30
Троилитовый эквивалент по теплоте взрыва	0,9
Критический диаметр открытого заряда, мм	38
Критический диаметр заряда в стальной трубе с толщиной стенки 3 мм, мм	15

В 2015 г. осуществлен полный переход на ЭВВ «Сабтэк» при отбойке руды скважинными зарядами. В течение 2015 г. планируется также полностью перейти на заряжание проходческих забоев ЭВВ «Сабтэк». Для этого будут приобретены пять смесительно-зарядных установок. Предусматривается оборудование пункта хранения компонентов ЭВВ в подземных условиях в танке-контейнере емкостью 23,9 м. Запланировано дополнительное обучение персонала.

Библиографический список

1. Сакерин А. С., Константинов Д. О., Козырев С. А., Оверченко М. Н. Эмульсионные взрывчатые вещества, зарядное оборудование и взрывные технологии для подземных горных работ // Горный журнал. 2014. № 10. С. 38–41.
2. Совмен В. К., Кутузов Б. Н., Марьясов А. Л., Токаренко А. В., Шакин Д. Ю. Создание производства эмульсионных ВВ для использования в карьерах Олимпиадинского ГОКа // Горный журнал. 2010. № 11. С. 45–48.
3. Кутузов Б. Н. Технический переворот в обороте промышленных ВВ гражданского назначения в горном деле за счет замены тротилосодержащих на эмульсионные и гранулированные бестротилитовые ВВ // Безопасность труда в промышленности. 2007. № 7. С. 20–23.
4. Державец А. С., Дружинин В. Л., Колганов Е. В., Кутын Н. Г., Федоритов М. И. Прогноз производства и потребления промышленных ВВ в России // Горный журнал. 2006. № 5. С. 16–19.
5. Добрынин А. А. Взрывчатые вещества. Химия. Составы. Безопасность. — М.: ИД Академии Жуковского, 2014. — 528 с.
6. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ. — М.: Горная книга, 2008. Ч. 2: Взрывные работы в горном деле и промышленности. — 512 с. **ГЖ**

Токарев Олег Владиславович,
e-mail: tokarevov@kolagmk.ru
Кузенков Максим Вячеславович,
e-mail: kuzenkovmv@kolagmk.ru
Расторгуев Руслан Геннадьевич,
e-mail: rastorguevrg@kolagmk.ru
Оверченко Михаил Николаевич,
e-mail: michael.overchenko@orica.com

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2015, № 6, pp. 64–67	
Title	Experience of emulsion explosives manufacturing and use in open pit and underground mines of Kola Mining and Metallurgical Company
DOI	http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.06.13
Author 1	Name & Surname: Tokarev O. V.
	Company: Kola Mining and Metallurgical Company (Monchegorsk-7, Russia)
	Work Position: Deputy Director for Minerals and Raw Materials, Head of Mine Management
	Contacts: e-mail: tokarevov@kolagmk.ru
Author 2	Name & Surname: Kuzenkov M. V.
	Company: Kola Mining and Metallurgical Company (Monchegorsk-7, Russia)
	Work Position: Head of Mining Department, Mine Management
Author 3	Name & Surname: Rastorguev R. G.
	Company: Kola Mining and Metallurgical Company (Monchegorsk-7, Russia)
	Work Position: Chief Miner, Mine Management
Author 4	Name & Surname: Overchenko M. N.
	Company: Orica CIS (Kostomuksha, Russia)
	Work Position: General Director
	Scientific Degree: Candidate of Engineering Sciences
Abstract	<p>In 1998 in the industrial infrastructure area of Pechenganickel (now Kola MMC), under the contract with Dyno Nobel company (project designer), a shop was constructed for manufacturing emulsion explosives for open pit mining. Open pit mining with only emulsion explosives (EE) showed considerable advantages of the latter over powder explosives.</p> <p>Based on the results of using Subtek EE, it has been concluded that:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EE efficiency and ore fragmentation quality are higher than with explosive Grammotol-20 of in-house manufacture; • In wet holes with water inflow up to 10 l/min, Subtek keeps stability, preserves its properties and ensures the required ore fragmentation quality; • Labor content of hole charging is decreased as no hand loading of EE in a charging plant is required; • The crowing advantage is the high safety of blasting due to the use of non-explosive components of EE prior to their mixing and charging; • Toxic emissions in the mine air are considerably reduced as EE oxygen balance is close to zero; • Working conditions of blasting personnel are substantially improved since no dust is generated during EE charging; • Subtek EE manufacturing and application costs are lower than the same values of Grammotol-20; • With Subtek EE, drilling-and-blasting patterns have enlarged spacing of fans of holes and individual holes, which offers extra high economical effect due to cut down cost of drilling-and-blasting. <p>In 2015 hole blasting of ore has been entirely switched to Subtek EE, and it is planned to change to Subtek EE hole charging in heading operations.</p>
Keywords	Drilling-and-blasting, emulsion explosives, components, manufacture, hole charging, mechanized sets, advantages, safety, cost, toxic emission reduction.
References	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sakerin A. S., Konstantinov D. O., Kozyrev S. A., Overchenko M. N. Emulsionnye vzryvchatye veshchestva, zaryadnoe oborudovanie i vzryvnye tekhnologii dlya podzemnykh gornykh rabot (Emulsion explosives, charging equipment and explosive technologies for underground mining). <i>Gornyi Zhurnal = Mining Journal</i>. 2014. No. 10. pp. 38–41. 2. Sovmen V. K., Kutuzov B. N., Maryasov A. L., Tokarenko A. V., Shakin D. Yu. Sozdanie proizvodstva emulsionnykh vzryvchatykh veshchestv dlya ispolzovaniya v karerakh Olimpiadinskogo Gorno-Obogatitel'nogo Kombinata (Creation of emulsion explosives production for the use in Olimpiadinskiy Ore-Dressing and Processing Enterprise open pits). <i>Gornyi Zhurnal = Mining Journal</i>. 2010. No. 11. pp. 45–48. 3. Kutuzov B. N. Tekhnicheskii perevorot v oborote promyshlennykh vzryvchatykh veshchestv grazhdanskogo naznacheniya v gornom dele za schet zameny trotilsoderzhashchikh na emulsionnye i granulirovannye bestrotilovye vzryvchatye veshchestva (Technical revolution in circulation of commercial industrial explosives in mining due to replacement of trotyl-containing explosives on emulsion and granular non-trotyl ones). <i>Bezopasnost truda v promyshlennosti = Labor safety in industry</i>. 2007. No. 7. pp. 20–23. 4. Derzhavets A. S., Druzhinin V. L., Kolganov E. V., Kutin N. G., Feodoritov M. I. Prognoz proizvodstva i potrebleniya promyshlennykh vzryvchatykh veshchestv v Rossii (Forecast of production and consumption of industrial explosives in Russia). <i>Gornyi Zhurnal = Mining Journal</i>. 2006. No. 5. pp. 16–19. 5. Dobrynin A. A. <i>Vzryvchatye veshchestva. Khimiya. Sostavy. Bezopasnost</i> (Explosives. Chemistry. Compounds. Safety). Moscow : Publishing House of Zhukovskiy Air Force Engineering Academy, 2014. 528 p. 6. Kutuzov B. N. Metody vedeniya vzryvnykh rabot (Blasting methods). <i>Chast 2. Vzryvnye raboty v gornom dele i promyshlennosti</i> (Part 2. Blasting in mining and industry). Moscow : Gornaya kniga, 2008. 512 p.