

УДК 622.235.213.42

DOI: 10.25635/2313-1586.2018.02.066

**Синицын Виктор Александрович**

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
лаборатории разрушения горных пород,  
Институт горного дела УрО РАН,  
620075, г. Екатеринбург,  
ул. Мамина-Сибиряка, 58  
e-mail: [sinicynva52@gmail.com](mailto:sinicynva52@gmail.com)

**Sinizin Viktor A.**

Candidate of Technical sciences,  
Senior researcher,  
The Institute of mining UB RAS,  
620075, Ekaterinburg,  
Mamina-Sibiryaka, 58  
e-mail: [sinicynva52@gmail.com](mailto:sinicynva52@gmail.com)

**Шеменив Валерий Геннадьевич**

кандидат технических наук,  
заведующий лабораторией  
разрушения горных пород,  
Институт горного дела УрО РАН

**Shemenov Valery G.**

Candidate of Technical sciences,  
the head of rocks breaking laboratory,  
The Institute of Mining UB RAS

**Меньшиков Павел Владимирович**

младший научный сотрудник  
лаборатории разрушения горных пород,  
Институт горного дела УрО РАН  
e-mail: [menshikovpv@mail.ru](mailto:menshikovpv@mail.ru)

**Menshikov Pavel V.**

Junior researcher,  
The Institute of mining UB RAS  
e-mail: [menshikovpv@mail.ru](mailto:menshikovpv@mail.ru)

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ  
ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЫШЛЕННЫМ  
ВЗРЫВЧАТЫМ ВЕЩЕСТВАМ  
И ПУТИ ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ\*****MAIN TECHNICAL REQUIREMENTS FOR  
INDUSTRIAL EXPLOSIVE SUBSTANCES  
AND THE WAYS OF THEIR SUPPLY***Аннотация:*

Для обеспечения высокой эффективности и безопасности взрывных работ взрывчатым веществам необходимо придать комплекс свойств и эксплуатационных характеристик, установленных соответствующими нормативными документами «Правила безопасности при взрывных работах», государственными и отраслевыми стандартами на взрывчатые вещества, ведомственными техническими условиями и др.

*Abstract:*

To ensure high efficiency and safety of blasting operations, explosives must be given a set of properties and performance characteristics established by the relevant regulatory documents "Blasting Safety Rules", state and industry standards for explosives, departmental technical conditions, etc.

*Ключевые слова:* эмульсионные ВВ, энергетические детонационные характеристики, эксплуатационные характеристики, безопасность

*Key words:* emulsion explosives, energy detonation characteristics, operational characteristics, safety

Для ведения взрывных работ в горной промышленности применяются различные промышленные взрывчатые вещества (ВВ), на которые имеются ГОСТы или утвержденные в установленном порядке технические условия, а также журнальные постановления Ростехнадзора. Промышленные взрывчатые вещества должны обладать пониженной чувствительностью к внешним воздействиям, быть безопасными в обращении, при транспортировании и хранении, иметь относительно невысокую стоимость. Они не должны оказывать вредного влияния на организм человека как при их изготовлении, так и в процессе применения. Вместе с тем промышленные ВВ должны обладать достаточной мощностью, безотказно детонировать от современных средств взрывания, обеспечивать устойчивую детонацию по всей массе ВВ и сохранять свойства в течение длительного нахождения в зарядных емкостях.

\* Исследования выполнены в рамках Госзадание 007-00293-18-00, а также при дополнительном привлечении хоздоговорных средств и финансирования по Конкурсному проекту № 18-5-5-10

Промышленные ВВ должны быть пригодными к механизированному заряданию и обладать достаточно высокой водоустойчивостью в случае их применения в обводненных скважинах. Промышленные ВВ, применяемые в подземных условиях, при взрыве не должны образовывать много ядовитых газов, а в шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, дополнительно еще должны иметь пониженную температуру взрыва.

Многообразие условий применения и высокие технические требования к промышленным ВВ вызвали необходимость иметь широкий их ассортимент, насчитывающий десятки наименований.

Согласно Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 декабря 2013 г. № 605 [1] и Техническому регламенту таможенного союза «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе» (ТР ТС 028/2012) от 20 июля 2012 г. № 57 взрывчатые материалы и ВВ классифицируются по группам совместимости (опасности) и условиям применения [2].

Анализ отечественной и зарубежной литературы, материалов научно-исследовательских и проектных организаций показывает, что на открытых горных разработках расходуется более 70 % производимых промышленных взрывчатых веществ для взрывной подготовки горной массы к выемке.

Доля трудновзрывааемых и обводненных пород с увеличением глубины карьеров возрастает, что приводит к увеличению расхода водоустойчивых ВВ и, как следствие, затрат на дробление горных пород. Обеспечение требуемого качества дробления без увеличения материальных затрат возможно за счет снижения стоимости взрывчатых веществ и совершенствования технологии их взрывного разрушения горных пород в целом.

Цель работы – разработка основных технических требований к промышленным взрывчатым веществам и пути их обеспечения для повышения эффективности и безопасности взрывного разрушения горных пород на карьерах.

Технические требования к взрывчатым веществам можно сгруппировать следующим образом [3 – 7]:

- эксплуатационные характеристики ВВ, такие как плотность и уплотняемость; агрегатное состояние; структура и реологические свойства (пластичность, текучесть, вязкость); сыпучесть, потопляемость, водоустойчивость, морозостойкость, физическая стабильность и сохранность взрывных характеристик и др.;

- энергетические и детонационные характеристики ВВ, определяющие их работоспособность и эффективность в заданных условиях применения (теплота взрыва, работоспособность, детонационное давление и др.) [3];

- показатели, характеризующие безотказность и полноту детонации ВВ (критический и предельный диаметры зарядов, минимальный инициирующий импульс и восприимчивость к первичным средствам инициирования, расстояние передачи детонации между отдельными частями колонки заряда через различные среды, критическая плотность и др.);

- показатели, характеризующие безопасность применения, хранения и транспортирования ВВ, включая чувствительность к тепловым и механическим воздействиям, разрядам статического электричества, электризуемость, токсичность продуктов взрыва, химическую стабильность и способность к химическому взаимодействию с горными породами и грунтовыми водами, предохранительные свойства (для предохранительных ВВ) и др.

При конструировании рецептуры ВВ необходимо по возможности обеспечить все вышеперечисленные требования или большинство из них.

Те или иные эксплуатационные свойства можно обеспечить определенными рецептурно-технологическими приемами. Например, водоустойчивость смесевых ВВ, содержащих водорастворимые соли, достигается заряданием под столб воды или заряданием в водонепроницаемые оболочки. Плотность может быть увеличена за счет перевода окислителя или части его в высококонцентрированный раствор или за счет специальных способов зарядания (пневмозарядание). Существуют добавки, снижающие (флегматизаторы) или, наоборот, повышающие (сенсibilизаторы) чувствительность ВВ к внешним воздействиям, например, к первичным средствам инициирования. Энергетические характеристики могут быть повышены путем оптимизации соотношения горючего и окислителя в составе смесевых ВВ, обеспечивающего максимальное выделение энергии в результате окислительно-восстановительных реакций между этими компонентами или продуктами их распада. Наибольшее выделение энергии обеспечивается при стехиометрическом соотношении компонентов, отвечающем нулевому кислородному балансу. В энергетическом отношении выгодно применение горючих с высокой теплотворной способностью, например, высококалорийных металлов типа алюминия и окислителей с большим избытком кислорода и возможно более низкой теплотой образования [5, 6].

Безопасность в обращении можно обеспечить за счет приготовления ВВ из взрывчатых компонентов и придания смеси взрывчатых свойств в процессе зарядания скважин [5, 6].

Экономические показатели во многом определяются стоимостью сырья или исходных компонентов, а также затратами на производство при выбранном рецептурном составе и технологии приготовления ВВ. Снижение затрат возможно за счет снижения транспортных расходов, а это обеспечивается в случае приготовления ВВ непосредственно на предприятии, ведущем взрывные работы [7].

При конструировании рецептуры ВВ в первую очередь необходимо обеспечить характеристики, оказывающие наибольшее влияние на эффективность работы взрыва. Любой конкретный тип взрывчатого вещества может быть охарактеризован некоторым набором параметров, инвариантных относительно условий взрывания. Такими характеристиками являются плотность зарядания  $\rho$ ; скорость детонации  $D$ ; теплота взрыва  $Q$ ; значение массовой скорости  $U$ , плотность продуктов детонации  $\rho_{\text{пд}}$ , детонационное давление  $P$ , удельная внутренняя энергия в точке Чемпена-Жуге  $\Delta U_{\text{чж}}$ . Выделение нескольких параметров из всех, перечисленных при описании взрыва заряда ВВ, резко сужает область возможных на их основе выводов и рекомендаций. Это отмечают многие исследователи. Так, К. К. Шведов в работе [6] пишет, что комплекс всех параметров детонации, в том числе и показатель политропы, влияет «непосредственно на показатели не только ближайших форм работы взрыва, но и на дробление и выброс горных пород».

Широкое внедрение смесевых ВВ местного приготовления и особенно водоустойчивых ВВ на основе обратных эмульсий, отличающихся большими возможностями варьирования такими параметрами, как рецептурный состав ВВ, плотность их зарядания, рациональное сочетание в едином заряде частиц или структур различной дисперсности и активности и др., открыло существенный резерв повышения эффективности управления энергией взрыва при выполнении горнотехнических задач [8].

Эмульсионные и смесевые ВВ на их основе с момента их создания находят широкое признание по всему миру. Они отвечают основным требованиям, предъявляемым ВВ, безопасны в обращении, сохраняют свои свойства при различных температурных условиях, эффективно функционируют в обводненных условиях [6].

Стремление использовать широкий диапазон изменения взрывных свойств эмульсионных или смесевых ВВ на основе обратных эмульсий для обеспечения оптимального гранулометрического состава взорванной горной массы при конкретной, используемой на пред-

приятии горной технологии направлено на решение известной задачи по достижению оптимальных вариационных рядов распределения фракций в раздробленной горной породе, но с использованием новых факторов управления энергией взрыва.

В создание оптимальных рецептур должен быть положен принцип достижения наибольшего результирующего эффекта:

– улучшения непосредственно эффекта взрыва за счет применения рациональных рецептур эмульсионных ВВ и варьирования их взрывчатыми и физико-химическими веществами;

– удешевление стоимости взрывчатых смесей, изготавливаемых на местах по сравнению с ВВ, завозимыми от заводов-изготовителей.

Для обеспечения высокой эффективности и безопасности взрывных работ взрывчатым веществам необходимо придать комплекс свойств и эксплуатационных характеристик, установленных соответствующими нормативными документами «Правила безопасности при взрывных работах», государственными и отраслевыми стандартами на взрывчатые вещества, ведомственными техническими условиями и др.

### Литература

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила безопасности при взрывных работах (Сер. 13. Вып. 14). - М., 2013. - 235 с.
2. Технический регламент таможенного союза. О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе ТР ТС 028/2012. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902359424>
3. Викторов С.Д. Эффективность подготовки горной массы для освоения новых месторождений / С.Д. Викторов // Вестник Российской академии наук. – 2015. – Т. 85. № 2. – С. 138 – 141.
4. Синицын В.А. Повышение эффективности подготовки горной массы на карьерах с применением ВВ на основе обратных эмульсий: дис. ... канд. техн. наук / В.А. Синицын. – Екатеринбург, 2007. – 147 с.
5. Маторин А.С. Технология и средства механизации для приготовления гелеобразных водосодержащих ВВ. Заряжание взрывных скважин / А.С. Маторин, В.Г. Шеменев, В.А. Синицын // Горный журнал. – 1993. – № 9 – 10. – С. 26 – 27.
6. Шеменев В.Г. Исследование геотехнологии приготовления и применения акватолов в комплексе взрывных работ на карьерах: дис. ... канд. техн. наук / В.Г. Шеменев. - Екатеринбург, 2000. - 170 с.
7. Соснин В.А. Исследование детонационных процессов в эмульсионных взрывчатых веществах / В.А. Соснин // Взрывное дело. – 2004. - № 94/51. – С. 181 – 196.
8. Сивенков В.И. Эмульсионные взрывчатые вещества и неэлектрические системы инициирования / В.И. Сивенков, С.В. Иляхин, И.Ю. Маслов. – М.: ЩИТ-М, 2013. – 320 с.