

УДК 622.232

Т. Н. Праздникова, М. И. Рогатко

*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Донецк, Украина*

## Усовершенствование состава и технологии изготовления граммонита 79/21

В данной работе исследуется взрывчатый состав граммонит 79/21. Определены недостатки его использования и производства. Проведены исследования по усовершенствованию состава, рассчитаны энергетические характеристики.

Ключевые слова: граммонит, состав, характеристики.

**Введение.** Взрывчатые вещества (ВВ), как высококонцентрированный источник энергии, широко используются в различных отраслях промышленности. Более 90% всего объема руд цветных и черных металлов добывают взрывным способом. Взрыв ВВ широко используется в инженерной практике для вскрытия новых рудных месторождений. Широкий диапазон технических требований к промышленным ВВ обуславливает разницу по химическому составу, физическим и взрывным качествам[1]. При постоянном развитии химии аммиачно-селитренные взрывчатые вещества находили все большее применение. В начале двадцатого столетия начали изготавливать смеси аммиачной селитры с тротилом. При постоянной работе над такими смесями были разработаны новые промышленные ВВ для угольных шахт, им была придана водоустойчивость и снижение способности к образованию отравляющих газов при взрывах. Введение новых ВВ (гранулитов, зерногранулитов) позволило в значительной степени механизировать процессы заряжания шпуров и интенсифицировать взрывные работы.

Сейчас невозможно развитие горной промышленности, строительство больших сооружений, плотин, дорог в горах, на болотах без использования ВВ. При помощи ВВ ведется сейсмическая разведка полезных ископаемых, массовыми взрывами раскрывают на большой глубине в земных недрах залежи руд. Люди научились колоссальными взрывами изменять рельефы гор и создавать преграды грязевым оползням, быстро ликвидировать последствия горных обвалов и землетрясений, гасить лесные пожары, сваривать тонкие листы разнородных металлов, укреплять стальные конструкции.

**Анализ исследований и публикаций** показал, что одним из наиболее распространенных ВВ для проведения взрывных работ, как в карьерах, так и в рудниках и шахтах является граммонит 79/21. Граммонит 79/21 достаточно мощное и эффективное промышленное взрывчатое вещество, но, тем не менее, обладает некоторыми недостатками, которые затрудняют его изготовление и использование.

**Целью работы** является усовершенствование состава и технологии изготовления граммонита 79/21 для повышения эффективности и безопасности проведения взрывных работ.

**Материалы исследований.** Граммонит 79/21[2] вещество второго класса, предназначен для взрывных работ в карьерах, рудниках и шахтах, не опасных по газу и пыли при ручном и механизированном заряжании сухих и мокрых (обезвоженных) шпуров, скважин и камер. Для инициирования электродетонатором и детонирующим шнуром требует промежуточного детонатора, в качестве которого на открытых работах достаточно одной шашки типа Т-400Г, а на подземных работах одного стандартного патрона аммонита любой марки. Выпускается в непатронированном виде и может использоваться во всех климатических регионах стран СНГ.

В ходе многолетней практики использования граммонита выявлены следующие недостатки: слеживаемость, пыление и электризуемость.

Слеживаемость граммонита 79/21 появляется из-за гигроскопичности аммиачной селитры и ее способности к полиморфным превращениям. Слеживаемость приводит к зависанию вещества в бункерах, сводообразованию, при пневмнозарядании скважин осложняется транспортировка

взрывчатки по трубопроводам и шлангам к местам заряджания.

Пыление граммонита появляется при пневмотранспортировке и пневмозаряджании скважин. При механизированном заряджании необходимо принимать меры, которые предупреждают просыпание, а также выделение пыли или частиц взрывчатого вещества в окружающее пространство. При этом во всех случаях содержание компонентов ВВ в воздухе рабочей зоны, независимо от времени контакта с ними людей, не должно превышать предельно допустимой концентрации, которая составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$  (по тротилу как наиболее вредному веществу).

Граммонит 79/21 упаковывается в мешки, которые состоят из двух слоев: внутренний – полиэтиленовый, и внешний – полипропиленовый. Из-за этого повышается электризуемость граммонита. В производственных условиях накопление зарядов статического электричества может достигать таких пределов, при которых их разряд способен воспламенить или вызвать взрыв чувствительных к искровым разрядам веществ. Кроме того, при электризации могут образовываться технологические препятствия, такие как, налипание продуктов на стенки аппаратов и трубопроводов, образование комков в порошках, трудности при просеивании и др. Поэтому явление электризации необходимо учитывать при изготовлении и применении взрывчатых веществ[4].

Граммонит 79/21 представляет собой сыпучую механическую смесь, которая состоит из 79% гранулированной аммиачной селитры и 21% чешуированного тротила.

Аммиачная селитра – техническое название нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , молекулярная масса которого 80,05. В чистом виде она содержит 35% азота, 5% водорода и 60% кислорода, 20 % которого выделяется в свободном состоянии при полном ее разложении[3]. Температура плавления:  $169,6 \text{ }^\circ\text{C}$  – чистого безводного нитрата аммония,  $160 \text{ }^\circ\text{C}$  или  $140 \text{ }^\circ\text{C}$  технической селитры с содержанием влаги соответственно 1,7 и 2,5%. Аммиачная селитра – полиморфное кристаллическое вещество. При снижении температуры со  $169,6^\circ$  до минус  $18^\circ\text{C}$  или наоборот, при повышении в этих пределах ее кристаллическая решетка претерпевает пять модификационных превращений (табл. 1), которые протекают с изменением объема и плотности кристаллов. Максимально возможная плотность кристаллов  $1,725$ [3].

Промышленность производит несколько сортов аммиачной селитры: гранулированная селитра марок А и Б, гранулированная пористая аммиачная селитра и кристаллическая водостойкая селитра марки ЖВ. Для изготовления граммонита 79/21 может использоваться гранулированная селитра марок А или Б. Селитра отличается высокой гигроскопичностью, что приводит к слеживаемости. Также одной из причин слеживаемости является наличие полиморфных переходов. Как видно из таблицы 1 модификационные переходы III, IV и V попадают в температурные границы эксплуатационного режима граммонита. Изменение формы кристаллов сопровождается изменением объема и плотности, что может затруднять эксплуатацию ВВ.

Таблица 1 – Характеристика кристаллических модификаций нитрата аммония

Модификация	Структура кристаллов	Температурн. границы, $^\circ\text{C}$	Теплота перехода, $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$	Изм. объема, %	Плотность, $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
I	Кубическая	169,6-125,8	16,75	-2,13	1,55
II	Тетрагональная	125,8-84,2	12,24	-1,33	1,6
III	Ромбическая	84,2-32,3	4,17	+0,8	1,68
IV	Ромбически-бипирамидальная	32,3-(-18)	4,99	-3,3	1,7
V	Гексагональная	ниже -18	1,6	+1,65	1,72

В настоящее время для изготовления граммонита 79/21 допущен утилизированный тротил. Утилизированный тротил получают методами контактной и бесконтактной выплавки из

боеприпасов, с истекшим сроком хранения. Утилизированный тротил выпускается марок УД1, УД2 и УЧ. Согласно техническим требованиям массовая доля влаги в таком тротиле не должна превышать 2,0%, в то время как влажность селитры не должна превышать 0,2%. Увеличение влажности при наличии такого гигроскопичного компонента как аммиачная селитра будет отрицательно сказываться на свойствах взрывчатой смеси, вызывая ее слеживаемость, ухудшение взрывчатых свойств. Кроме того, утилизированный тротил, в отличие от штатного, склонен к слеживанию, о чем свидетельствует образование комков в мешках. Поэтому в технологическом потоке изготовления граммонита предусмотрена операция рыхления тротила в мешках при помощи рифленых барабанов-рыхлителей.

С целью устранения слеживаемости и пыления в состав взрывчатых веществ добавляют обволакивающие добавки, например, индустриальное масло (ИМ), но это приводит к увеличению электризуемости. Для уменьшения рассмотренных выше недостатков было принято решение о введении в состав граммонита 79/21 обволакивающей добавки в виде индустриального масла марки И-20 и опудривающей добавки в виде графита марки С-1. Составлялись смеси аммиачной селитры с графитом, а также селитры с 0,5% масла и графитом. Содержание графита варьировалось от 0,24% до 1,02%.

Проверка электризуемости АС та смесей на ее основе проводилась следующим образом. Аммиачная селитра помещалась в емкость ровным слоем, толщина которого составила 15 мм. Электризуемость проверялась мегомметром, с электродом поверхность контакта которого составляет 3,5x3. Сопротивление АС составило 300 кОм. Далее составлялись смеси АС с графитом С-1 и индустриальным маслом. Полученные экспериментальные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические характеристики АС и смесей на ее основе

Состав смеси	Состав, %	Состав, г	Электризуемость, кОм
АС	100	50	300
АС+графит	100+0,24	50+0,12	150
АС+ графит	100+0,48	50+0,24	120
АС+ графит	100+0,72	50+0,36	100
АС+ графит	100+0,96	50+0,48	85
АС+ графит	100+1,02	50+0,6	70
АС+ ИМ	100+0,5	50+0,25	500
АС+ ИМ + графит	100+0,5+0,24	50+0,25+0,12	300
АС+ ИМ + графит	100+0,5+0,48	50+0,25+0,24	250
АС+ ИМ + графит	100+0,5+0,75	50+0,25+0,36	200
АС+ ИМ + графит	100+0,5+0,96	50+0,25+0,48	180

На рисунке 1 изображена графическая зависимость электризуемости от содержания графита в смеси.

По полученным экспериментальным данным видим, что электризуемость чистой АС составляет 300 кОм. При добавлении индустриального масла электризуемость резко увеличивается до 500 кОм. При добавлении 0,24% графита электризуемость АС резко уменьшается с 300 до 150 кОм. При дальнейшем увеличении содержания графита до 1% электризуемость постепенно уменьшается до 70 кОм. Состав, содержащий графит и индустриальное масло, имеет большую электризуемость чем смесь АС и графита. Электризуемость смеси АС+графит+ИМ также уменьшается при увеличении содержания графита.

Полученные смеси сохраняют сыпучесть в течение 6 месяцев, к концу этого периода образуют небольшие комки, легко разрушающиеся при надавливании пальцами.

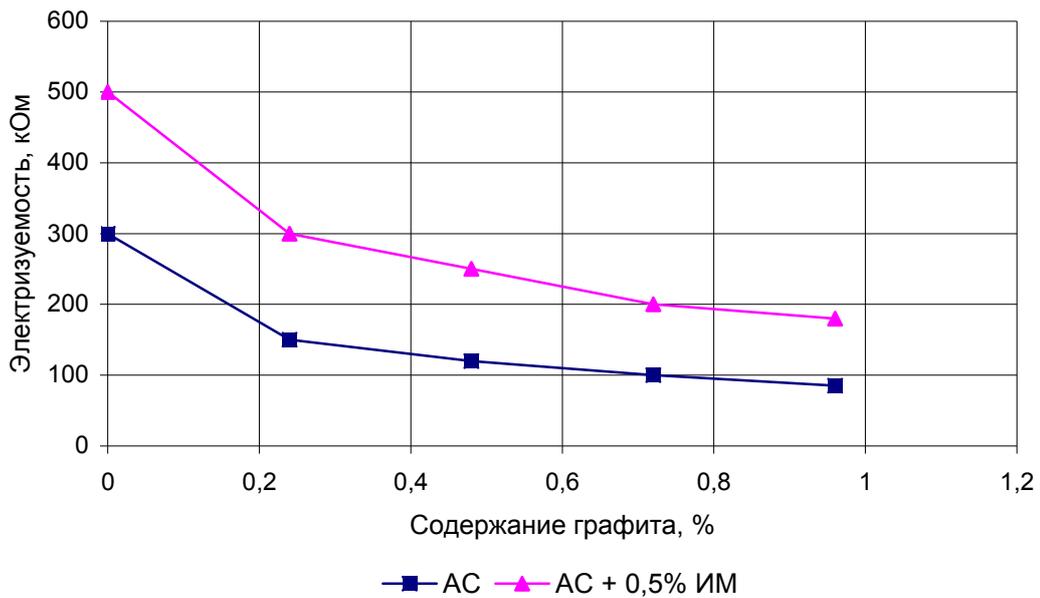


Рис. 1. Зависимость электризуемости аммиачной селитры от содержания графита

Оптимальным рекомендуемым содержанием добавок можно считать 0,5% ИМ и 0,8% графита.

С точки зрения безвредности продуктов взрыва при составлении взрывчатых смесей необходимо стремиться к смесям с нулевым кислородным балансом или с небольшим отклонением, поэтому были проведены расчеты кислородного баланса и теплоты взрыва нового состава. Кислородный баланс исходного граммонита 79/21 составляет +0,02, кислородный баланс усовершенствованной смеси по расчетам составляет -3,6. Теплота взрыва граммонита до введения добавок составляет 4280 кДж/кг, при введении 0,5% ИМ и 0,8% графита этот показатель увеличился до 4710 кДж/кг.

Внедрение изменений в составе граммонита 79/21 легко оформить технологически. Упрощенно технологический процесс изготовления граммонита состоит из следующих операций: подготовка аммиачной селитры и тротила, дозирование и смешение в каскаде шнеков. После дозирования основных компонентов, АС и тротила, в шнек-транспортер в первое технологическое окно производится впрыскивание индустриального масла, которое подается насосом, при помощи распределителя. Во втором технологическом окне происходит опудривание смеси графитом, который подается дозирующим устройством. Последующее смешение в каскаде из четырех шнеков позволяет равномерно распределить введенные добавки по всему объему смеси.

### Выводы

В ходе работы усовершенствовали взрывчатый состав граммонит 79/21, путем введения добавок в виде индустриального масла И-20 и графита С-1. Усовершенствованный состав обладает меньшей электризуемостью и слеживаемостью. Оптимальное содержание добавок составляет: 0,5% индустриального масла и 0,8% графита. Были произведены расчеты энергетических характеристик нового состава. Его кислородный баланс уменьшился и составляет -3,6, теплота взрыва увеличилась с 4280 до 4710 кДж/кг.

Не снижая производительности технологического процесса и не усложняя значительно его аппаратное оформление, усовершенствовали технологический процесс изготовления граммонита 79/21-У (усовершенствованного).

### Библиографический список

1. Поздняков З. Г. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания / З. Г. Поздняков, Б. Д. Росси. – [2-е изд., перераб. и доп.]. - М.: Недра, 1977. - 253 с.
2. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://dkzhi.com.ua/index.php?id=12678&sh>.
3. Дубнов Л. В. Промышленные взрывчатые вещества / Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревич, А. И. Романов. – М.: Недра, 1988. – 358 с.: ил.
4. Светлов Б. Я. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ / Б. Я. Светлов, Н. Е. Яременко. – М.: Недра, 1973. – 208 с.: ил.

Надійшла до редакції 27.03.2012

Т. М. Празднікова, М. І. Рогатко

*ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», Донецьк, Україна*

#### Вдосконалення складу та технології виробництва граммоніту 79/21

В даній роботі досліджується вибуховий склад граммоніт 79/21. Визначені недоліки його використання та виробництва. Проведені дослідження по удосконаленню складу, розраховані енергетичні характеристики.

Ключові слова: граммоніт, склад, характеристики.

T. Prazdnikova, M. Rogatko

*Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine*

#### Improvement of Grammonite 79/21 Composition and the Techniques of Its Production

In this paper we investigate the explosive composition grammonite 79/21. We considered the drawbacks of its production and application. Besides, we conducted a research to improve its composition and calculated energy characteristics.

Keywords: grammonite, composition, characteristics.