

УДК 662.215

Студ. ШЕЛУХИНА И. Ю., ст. преп. ГАЛИАКБЕРОВА Ф. Н., доц. ОШОВСКИЙ В. В., доц. ПРАЗДНИКОВА Т. Н. (ДонНТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЗРЫВЧАТЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКАЛЬНОГО АММОНАЛА №1У ОТ ВЛАЖНОСТИ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА

Более 90% всего объема руд цветных и черных металлов добывают взрывным способом. Эффективность и безопасность взрывных работ во многом зависят от типа ВВ, который правильно может быть выбран лишь в том случае, если известны свойства ВВ и, что особенно важно, – связь между ними и эффективностью соответствующих форм работы.

Отличительной чертой промышленных ВВ является их химическая и физическая неоднородность. Большинство из них представляет собой смесь химически разнородных материалов. Эта неоднородность приводит к особенностям процесса взрыва, возбуждения и развития детонации в промышленных ВВ, во многом отличающихся от закономерностей взрыва индивидуальных ВВ.

Одним из наиболее часто используемых взрывчатых составов, является смесевое промышленное ВВ – скальный аммонал №1. До недавнего времени его изготавливали из тротила и гексогена, которые получали методами нитрования, с последующей очисткой. В настоящее время для изготовления промышленных ВВ все чаще используются взрывчатые вещества и смеси, полученные в результате раснаряжения боеприпасов. Опыт изготовления скального аммонала №1У из конверсионных ВВ накоплен на Донецком казенном заводе химических изделий (ДКЗХИ).

Целью данной работы является анализ влияния влажности и компонентного состава скального аммонала №1У на его взрывчатые характеристики.

Аммонал скальный №1 – непереходное водостойкое взрывчатое вещество второго класса, используется в горной промышленности за исключением шахт и рудников, опасных по газу и пыли, предназначается для разрушения крепких пород и особо крепких пород в сухих и обводненных условиях во всех климатических зонах Украины и стран СНГ.

В качестве конверсионных компонентов предлагается использовать ГФ (смесь гексогена с флегматизатором) и ГФА (смесь ГФ и алюминиевой пудры)

Компонентный состав скального аммонала приготовленного из свежих ВВ – скальный аммонал №1 и конверсионных ВВ – скальный аммонал №1У (данные ЦЗЛ за 2004–2006 г.г.) приведен в табл. 1.

Табл. 1. Компонентный состав скального аммонала [1]

Наименование компонента	Скальный аммонал № 1, %	Скальный аммонал № 1У, %
Селитра аммиачная водостойкая	66,0 (+2,5-4,0)	62,5-64,5
Тротил	5,0 (+2,5-1,0)	6,0-6,1
Гексоген	24,0 (+2,5-2,5)	23,6-25,3
Пудра алюминиевая	5,0 (+2,5-0,5)	5,9-6,2
Церезин природный		0,217
Флегматизатор:		
- церезин		0,652
- стеарин		0,562
- краситель		0,017

Анализ штатных ВВ, извлеченных из устаревших боеприпасов, показал, что их взрывчатые свойства остались практически без изменения или ухудшились весьма незначительно. В частности, тротил является химически и физически стойким ВВ после 25–30 лет хранения в снаряженном виде и, как правило, практически полностью сохраняет свои взрывчатые характеристики. Имеющее при этом место незначительное омасливание тротила

(выделение тротилового масла) не приводит к серьезным изменениям взрывчатых свойств. Другие конверсионные бризантные ВВ, такие, как гексогенсодержащие составы (ГФ, ГФА, ТГ, ТГА, морская смесь) могут входить в качестве компонентов в смесевые рецептуры скального аммонала.

Для обоснования возможности использования в качестве компонентов ПВВ утилизированных ВВ и смесей произведён расчёт энергетических характеристик скального аммонала №1 и скального аммонала №1У. Результаты расчёта сведены в табл. 2.

Табл. 2. Результаты расчетов энергетических характеристик

Показатель	Скальный аммонал № 1, %	Скальный аммонал № 1У, %
Кислородный баланс, %	0,1057	11,7158
Объем газов, выделяющихся при взрыве, л/кг	826,6	883,36
Теплота взрыва, ккал /кг	1284,2	1690
Температура взрыва, °С	3531,257	4068,87

Полученные в результате регулярных испытаний на ДКЗХИ (2004-2006г.), значения взрывчатых характеристик скального аммонала №1У оказались не хуже характеристик скального аммонала, изготовленного из свежеприготовленных компонентов (смотри табл. 3).

Табл. 3. Взрывчатые характеристики скального аммонала

Характеристика	Скальный аммонал № 1, %	Скальный аммонал № 1У, %
Бризантность, мм	Не менее 22	22,6-29,6
Фугасность, см ³	Не менее 460	460-492
Передача детонации, см		
- между сухими патронами	Не менее 6	6-12
- между патронами выдержанными в воде в течение часа	Не менее 5	5-12

Проанализируем, как влияют отдельные компоненты конверсионного скального аммонала на его взрывчатые характеристики.

Для выведения зависимости основных взрывчатых характеристик скального аммонала №1У от его компонентного состава был использован метод планированного эксперимента. Практическая реализация метода была осуществлена при помощи пакета STATGRAPHICS. В соответствии с требованиями пакета все компоненты были разделены на 3 части: 1) гексоген; 2) аммиачная селитра; 3) алюминий, тротил и флегматизатор. План проведения эксперимента приведён в табл. 4

Табл. 4. План проведения эксперимента

№ опыта	Селитра	Al, TNT и флегматизатор	Гексоген	Фугасность, см ³	Бризантность, мм	Передача между сухими патронами, см	Передача между патронами, выдержанными в воде в продолжение часа, см
1	0,642	0,121	0,237	483	26,9	11	11
2	0,6385	0,1245	0,237	466	24,5	10	8
3	0,6385	0,121	0,2405	483	26,9	8	11
4	0,635	0,128	0,237	479	26,5	10	7
5	0,635	0,1245	0,2405	466	24,5	9	8
6	0,635	0,121	0,244	462	27,3	9	8

Выведенные при помощи STATGRAPHICS уравнения регрессии сведены в табл. 5, а расшифровка условных обозначений, используемых в этих уравнениях – в табл. 6.

Табл. 5. Уравнения регрессии

Уравнения регрессии	Показатель	R ²
$\Phi = 483,0 \cdot C + 479,0 \cdot \text{АТФ} + 462,0 \cdot \Gamma - 60,0 \cdot C \cdot \text{АТФ} + 42,0 \cdot C \cdot \Gamma - 18,0 \cdot \text{АТФ} \cdot \Gamma$	Фугасность	91,0
$\text{БР} = 26,9 \cdot C + 26,5 \cdot \text{АТФ} + 27,3 \cdot \Gamma - 8,8 \cdot C \cdot \text{АТФ} - 0,8 \cdot C \cdot \Gamma - 9,6 \cdot \text{АТФ} \cdot \Gamma$	Бризантность	87,3
$\text{Пс} = 11,0 \cdot C + 10,0 \cdot \text{АТФ} + 9,0 \cdot \Gamma - 2,0 \cdot C \cdot \text{АТФ} - 8,0 \cdot C \cdot \Gamma - 2,0 \cdot \text{АТФ} \cdot \Gamma$	Передача детонации между сухими патронами	92,5
$\text{Пм} = 11,0 \cdot C + 7,0 \cdot \text{АТФ} + 8,0 \cdot \Gamma - 4,0 \cdot C \cdot \text{АТФ} + 6,0 \cdot C \cdot \Gamma + 2,0 \cdot \text{АТФ} \cdot \Gamma$	Передача детонации между патронами, выдержанными в воде в течение часа	89,1

Табл. 6. Расшифровка условных обозначений в уравнениях регрессии

Пометка	Расшифровка
С	Аммиачная селитра
АТФ	Смесь алюминия, тротила и флегматизатора
Г	Гексоген
Ф	Фугасность
БР	Бризантность
Пс	Передача детонации между сухими патронами
Пм	Передача детонации между патронами, выдержанными в воде в продолжение часа

На рисунках 1, 3, 5 и 7 представлены трехмерные графики отклика для параметров фугасность, бризантность, передача детонации между сухими патронами и передача детонации между патронами, выдержанными в воде в течение часа, соответственно. А на рисунках 2, 4, 6 и 8 приведены изолинии этих параметров.

Как видно из полученных уравнений (табл. 5), содержимое каждого из компонентов скального аммонала существенным образом влияет на его взрывчатые показатели. Размер влияния пропорционален коэффициентам перед соответствующими компонентами (факторам влияния), но не следует забывать, что результаты обработки можно считать адекватными лишь в границах тех концентраций, которые отвечают предельным концентрациям компонентов в экспериментах.

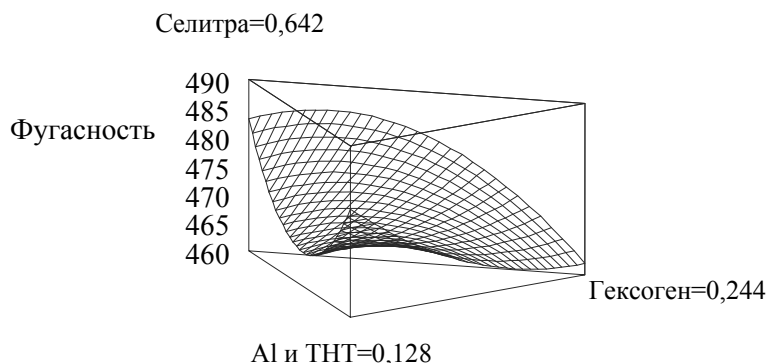


Рис. 1. Поверхность отклика для параметра «фугасность»

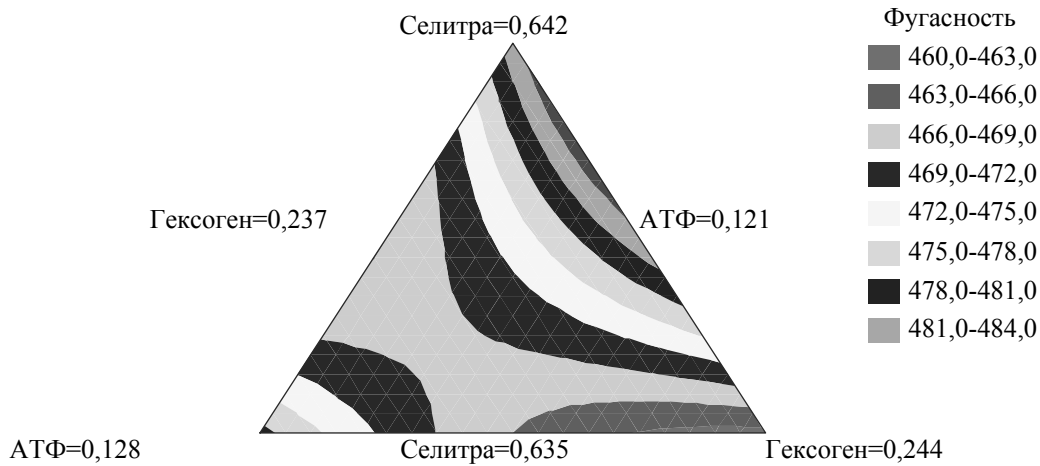


Рис. 2. Изолинии параметра «Фугасность»

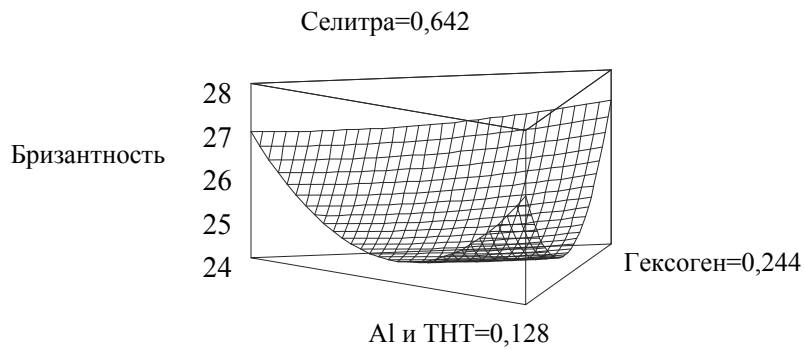


Рис. 3. Поверхность отклика для параметра «Бризантность»

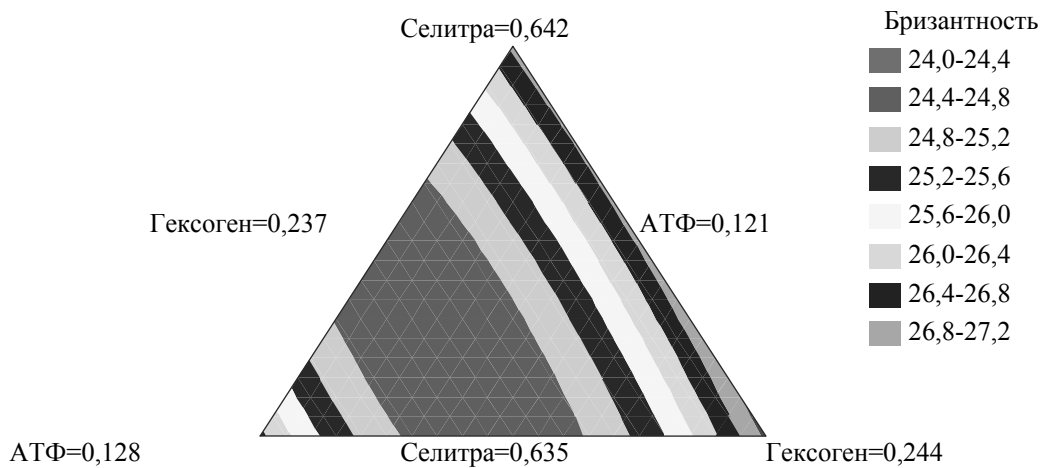


Рис. 4. Изолинии параметра «Бризантность»

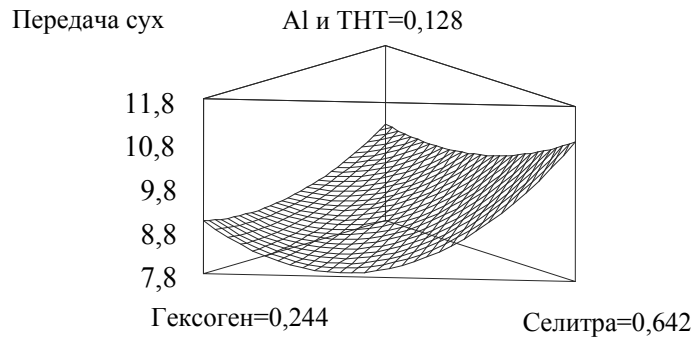


Рис. 5. Поверхность отклика для параметра «Передача детонации между сухими патронами»

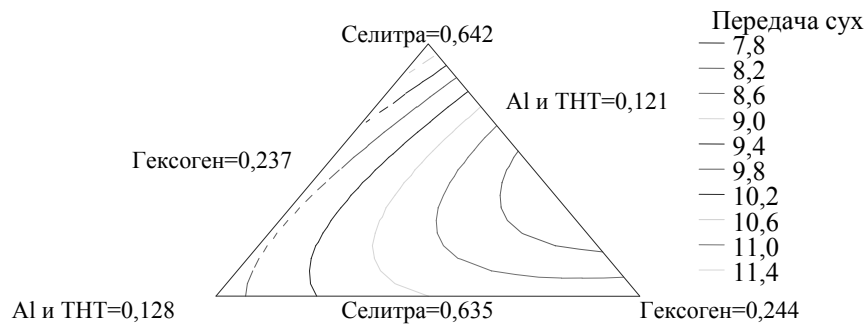


Рис. 6. Изолинии параметру «передача детонации между сухими патронами»

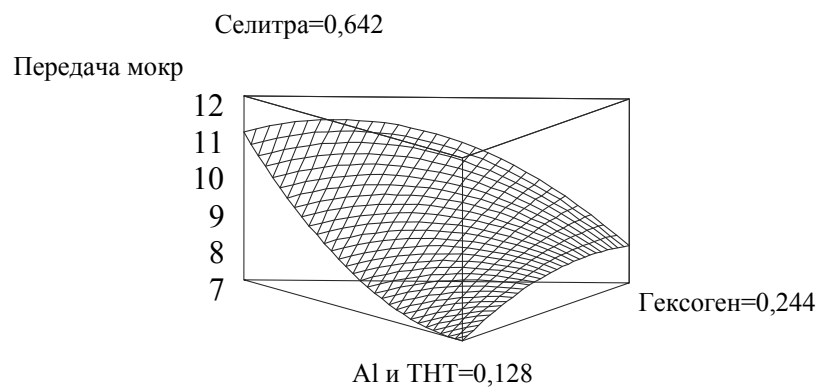


Рис. 7. Поверхность отклика для параметра «Передача детонации между патронами, которые вымачивались в воде в продолжение часа»

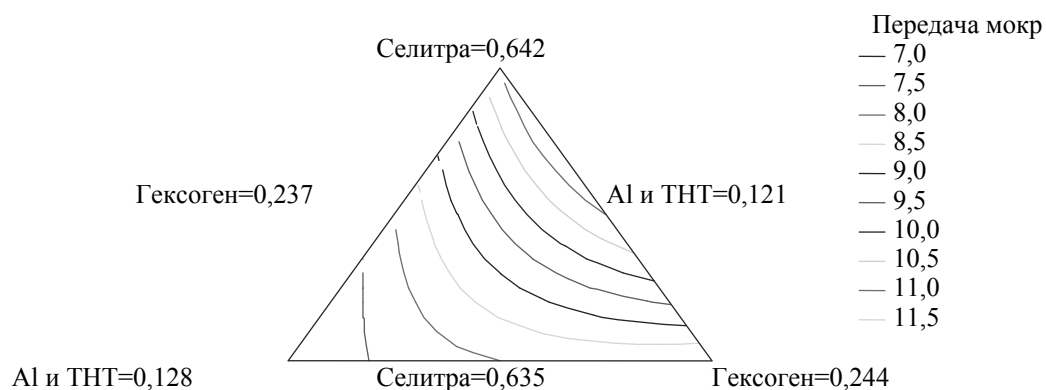


Рис. 8. Изолинии параметра «Передача детонации между патронами, которые вымачивались в воде в продолжение часа»

Представленные диаграммы позволяют определить основные взрывчатые показатели не только для данного состава из утилизированных ВВ (ГФ и ГФА), но и других продуктов, полученных при расснаряжении. Могут использоваться составы, содержащие исходные компоненты для скального аммонала в различных соотношениях (ТГ-20, ТГ-40, ТГА, морская смесь и т. д.).

В связи с тем, что бризантность является одной из важнейших характеристик скального аммонала №1У, то для данного показателя исследовалась зависимость от влажности при различных компонентных составах.

Составы, которые исследовались, предварительно анализировались в ЦЗЛ ДКЗХИ на компонентный состав и содержание влаги, а затем испытывались на бризантность методом обжатия свинцовых столбиков. По полученным данным были построены графики зависимости бризантности от влажности и компонентного состава (рис. 9).

Из анализа графика видно, что при наименьшем количестве аммиачной селитры (прямая 1) что соответствует компонентному составу: (аммиачной селитры – 62,5%, тротила – 6,1%, гексогена – 25,3%, алюминиевой пудры – 6,1%) содержание влаги практически не влияет на бризантность, а при компонентном составе: (аммиачной селитры – 63,1%, тротила – 6,2%, гексогена – 24,5%, алюминиевой пудры – 6,2%) прямая 2 и прямая 3 при составе: (аммиачной селитры – 64,5%, тротила – 6,0%, гексогена – 23,6%, алюминиевой пудры – 5,9%) имеют угол наклона в сторону уменьшения показателей бризантности при повышении влажности материала. Характерно, что при увеличении количества селитры, угол наклона увеличивается (прямая 3).

Обобщая, можно сказать, что улучшить взрывчатые показатели скального аммонала можно увеличивая содержание гексогена и селитры и уменьшая содержание флегматизатора, тротила и алюминия, но увеличение селитры приводит к росту массовой доли влаги в составе, что отрицательно сказывается на бризантности.

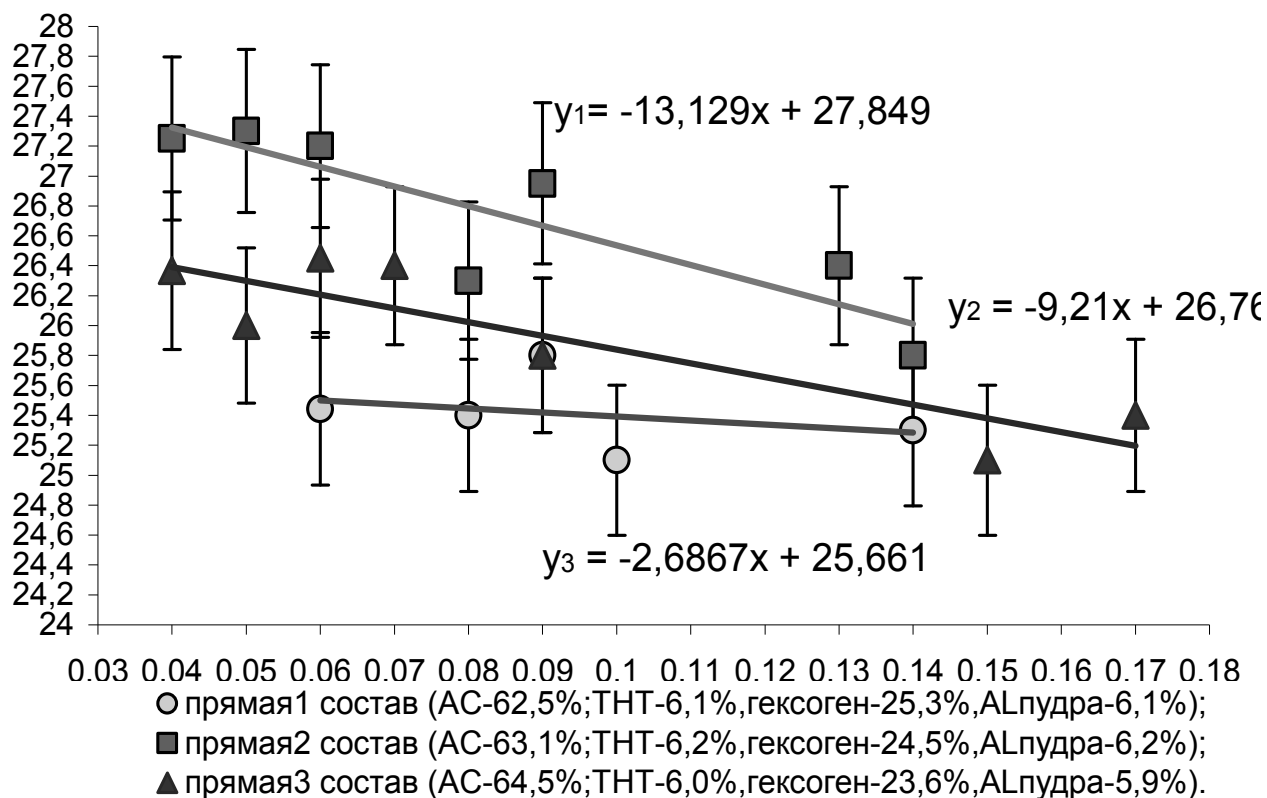


Рис. 9. Зависимость бризантности от компонентного состава и влажности

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод, что использование в качестве компонентов скального аммонала №1У утилизированных ВВ и смесей вполне обосновано, а результаты проведенных исследований позволяют прогнозировать взрывчатые характеристики любых составов скального аммонала №1У в зависимости от содержания компонентов и влажности.

Литература

1. Дубнов Л.В., Бахаревич Н.С., Романов О.И. Промышленные взрывчатые вещества. М.: «Недра» – 1973. – 320с.
2. Смирнов Л.А., Тиньков О.В. Конверсия. Часть V. Конверсионные промышленные взрывчатые вещества: Учебное пособие. – М.: МГУИЭ. – 1998. – 196 с.: ил.
3. Бандурин М.К., Рукин Л.Г. Сборник задач по теории взрывчатых веществ. М.: Государственное издательство оборонной промышленности. - 1959. – 184 с.

© Шелухина И. Ю., Галиакберова И. Н., Ошовский В. В., Праздникова Т. Н., 2007