



# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2019/0393.1

(22) 29.05.2019

(45) 04.12.2020, бюл. №48

(72) Ольшанский Евгений Николаевич (KZ); Тамбиев Петр Геннадьевич (KZ); Макешин Андрей Андреевич (KZ); Гаврилко Роман Валерьевич (KZ); Тамбиев Сергей Геннадьевич (RU)

(73) Товарищество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Интеррин» (KZ)

(56) RU 2633889 C1, 19.10.2017

Н.И.Ступник и др. Перспективы использования без тротильных взрывчатых веществ на рудниках с подземной добычей полезных ископаемых, Науковий вісник НГУ, 2013, № 1, [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&Z21ID=&IMAGE\\_FILE\\_DO WNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/Nvngu\\_2013\\_1\\_8.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&Z21ID=&IMAGE_FILE_DO WNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Nvngu_2013_1_8.pdf)

RU 2452719 C2, 10.06.2012

KZ 29263 B, 28.02.2017

## (54) **ВЗРЫВЧАТЫЙ СОСТАВ И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

(57) Изобретение относится к взрывчатым веществам (ВВ), применяемым для ручного и механизированного заряжания шпуров и скважин на открытых и подземных работах.

Технический результат - повышение физической стабильности и улучшение эксплуатационных характеристик - достигается тем, что у взрывчатого состава, содержащего жидкое горючее в виде дизельного топлива в количестве 5,5 мас.% и

гранулированную аммиачную селитру в виде двух ее модификаций, а именно пористой и непористой, согласно изобретению, количество пористой и непористой селитры устанавливают из соотношения:

$$\text{Пористая селитра} \quad \frac{361}{K_{\text{пас}}-2}$$

$$\text{Непористая селитра} \quad 94,5 - \frac{361}{K_{\text{пас}}-2}$$

где  $K_{\text{пас}}$  - нормативный показатель впитывающей способности пористой селитры по отношению к дизельному топливу, %.

В способе изготовления взрывчатого состава, включающем смешивание дизельного топлива и гранулированной аммиачной селитры в виде двух ее модификаций, а именно пористой и непористой, согласно изобретению, изготовление взрывчатого состава осуществляют двумя циклами, при этом в первом цикле непористую селитру смешивают с дизельным топливом, а во втором цикле полученную смесь смешивают с пористой селитрой, при этом количество пористой и непористой селитры устанавливают из соотношения:

$$\text{Пористая селитра} \quad \frac{361}{K_{\text{пас}}-2}$$

$$\text{Непористая селитра} \quad 94,5 - \frac{361}{K_{\text{пас}}-2}$$

Изобретение относится к взрывчатым веществам (ВВ), применяемым для ручного и механизированного заряжания шпуров и скважин на открытых и подземных работах.

Известны простейшие ВВ - (игданиты, гранулиты), представляющие собой бинарные смеси твердодисперсного окислителя-гранулированной аммиачной селитры (АС) с жидким горючим - обычным дизельным топливом (ДТ) в соотношении АС:ДТ=94,5:5,5. Они изготавливаются одним циклом на месте ведения взрывных работ. В качестве окислителя применяют твердую АС марки Б по ГОСТ 2-2013 (бывший ГОСТ 2-85) (А.К. Бахтин, Новые разработки ВНИИ цветмета в области производства и применения промышленных взрывчатых веществ, Горный журнал Казахстана №8, 2011 г., с. 38-40).

Основным недостатком этой селитры является низкая впитывающая способность относительно ДТ, что приводит к его стеканию из состава ВВ.

Физическая нестабильность, проявляющая себя в виде стекания ДТ с гранул АС, объясняется критически малым объемом пор в гранулах селитры марки Б и, как следствие, ее малой впитывающей способностью по отношению к ДТ, не превышающей 2%.

Для стабилизации смесей АС-ДТ непористую селитру марки Б заменяют на пористую. Пористая аммиачная селитра (ПАС), изготавливаемая по особым более сложным технологиям, чем селитра марки Б, обладает высокой впитывающей способностью. Замена селитры марки Б на пористую селитру позволяет повысить физическую стабильность взрывчатых составов АС-ДТ и устранить стекание ДТ с гранул селитры. Однако применение ПАС взамен более дешевой АС удорожает взрывчатый состав, делая его неконкурентоспособным по сравнению с другими видами ВВ.

Известна группа двухкомпонентных гранулированных ВВ - (гранулитов «Игданита П», РП, НП, ПС, и других), изготавливаемых на базе ПАС от различных производителей и нефтепродукта (НП). В качестве НП в основном используется ДТ общего назначения (Горный журнал Казахстана, №4, 2018 г., с. 30).

Недостатком данных взрывчатых смесей является их относительно высокая стоимость, обусловленная полной заменой непористой АС на более дорогую пористую селитру. Поэтому подобные ВВ не получили широкого распространения на горных предприятиях. Взамен их разработаны и применяются двухкомпонентные взрывчатые смеси АС-ДТ, в которых окислитель комбинируется из пористой и непористой селитры в различных соотношениях с целью снижения стоимости ВВ.

Известен взрывчатый состав, изготавливаемый одним циклом, содержащий гранулированную аммиачную селитру, жидкое и твердое горючее, в котором жидкое горючее составляет не менее 3 мас.%. В качестве жидкого горючего он содержит дизельное топливо, кинематическая вязкость которого находится в пределах (3-6) сСт или

доведена до нее с помощью добавки минерального масла. Твердое горючее состоит из порошка с размерами частиц (125-1000) мкм. В качестве селитры взрывчатый состав включает две ее модификации: пористую и непористую, причем количество пористой селитры составляет (15-21) мас.% к общему количеству взрывчатого состава при следующем соотношении компонентов, мас.%: жидкое горючее 3-5, твердое горючее 4-8, гранулированная аммиачная селитра - остальное.

В качестве минерального масла взрывчатый состав содержит отработанные нефтепродукты или промышленное, соляровое, веретенное, моторное, газотурбинное или поглотительное масло, или их смесь.

В качестве твердого горючего взрывчатый состав содержит дисперсный алюминий или силикоалюминий, или ферросилиций, или ферросиликоалюминий, или их смесь (патент РК № 29263, кл. С Об В 31/28, 2017).

Данный взрывчатый состав относится к трехкомпонентным смесям АС-ДТ, в которые вводятся твердодисперсные энергетические добавки, повышающие температуру взрыва и работоспособность ВВ. Одновременно с этим они решают и другую задачу - связывания части ДТ, склонной к стеканию, путем его адсорбирования на своей поверхности. Другая часть ДТ связывается путем замены части непористой АС на пористую селитру с повышенной впитывающей способностью к ДТ.

И заключительным средством стабилизации смеси является повышение вязкости ДТ присадкой минерального масла.

Данный взрывчатый состав характеризуется недостаточным объемом пор в гранулах пористой и непористой селитры для полного впитывания объема дизельного топлива и поэтому стабилизируется увеличением вязкости ДТ для его удержания на поверхности гранул.

Рецептурное сопровождение данного взрывчатого состава содержит узкий и жестко фиксированный диапазон содержания ПАС в составе ВВ, равный (15-21) %. Подобное ограничение по количеству ПАС в составе ВВ не позволяет чрезмерно увеличивать стоимость взрывчатого состава, но отрицательно сказывается на его эксплуатационных характеристиках.

Проблемным моментом становится то, что ПАС разных производителей обладает разной впитывающей способностью и, как следствие, разной стоимостью. Поскольку фактор стоимости сырья доминирует в производстве ВВ, в изготовлении поступает наиболее дешевая ПАС от разных производителей с разной впитывающей способностью. В этих условиях узкий и жестко фиксированный диапазон содержания ПАС в прототипе недостаточен для уравнивания объема пор с объемом топлива. Этот недостаток приходится компенсировать применением более вязкого ДТ или присадкой к нему минерального масла. При этом физическая стабильность достигается путем

загущения пленки, обволакивающей снаружи гранулу с твердодисперсным горючим.

Омасливание гранул ДТ является негативным фактором, снижающим эксплуатационные характеристики ВВ. Оно ухудшает сыпучесть взрывчатого состава, загрязняет тару, способствует его налипанию на рабочих поверхностях питающего, дозирующего и транспортирующего оборудования, ведет к пробкообразованию при пневмозаряжении.

Загущение жидкого горючего ухудшает и взрывчатые свойства ВВ. При пропитке гранул вязким ДТ ухудшается действие капиллярных сил, способствующих проникновению жидкого горючего в поры гранулы, представляющие собой капилляры. Уменьшается капиллярное давление, создаваемое поверхностным натяжением на искривленной поверхности (мениске) жидкого горючего в капилляре, ослабляется проникновение ДТ в гранулу и уменьшается площадь поверхности соприкосновения окислителя с жидким горючим, ухудшается их межмолекулярное взаимодействие при взрыве. Образующийся из-за вязкости ДТ значительный дефицит жидкого горючего внутри гранулы и избыток твердого и жидкого горючего на ее поверхности изменяют стехиометрическое соотношение между компонентами внутри гранулы и на ее поверхности. Это флегматизирует ВВ, снижает его чувствительность к инициирующему импульсу, запускает реакцию окисления в неблагоприятном режиме. Вначале реакция идет при значительном отрицательном кислородном балансе, а затем, переходя в тело гранулы, при значительном положительном кислородном балансе. При этом уменьшается количество выделяемой энергии, поддерживающей реакцию разложения ВВ, снижается энергоемкость и работоспособность ВВ.

Другим недостатком этого взрывчатого состава является неопределенность массовых долей компонентов в составе ВВ. Рецептурное сопровождение взрывчатого состава подается в табличном формате, как простой набор диапазонов содержания компонентов. Оно не коррелирует с впитывающей способностью селитры и не позволяет заблаговременно установить то содержание ПАС во взрывчатом составе, которое позволяет уравнивать объем пор с объемом топлива.

На практике для изготовления физически стабильного взрывчатого состава на основе пористой селитры с разной впитывающей способностью приходится экспериментировать. Из-за узкого и жестко фиксированного диапазона содержания ПАС в составе ВВ в качестве средства управления физической стабильностью приходится применять только присадку минерального масла к ДТ. Регулирование количества минерального масла в ДТ позволяет достичь физической стабильности при любом значении впитывающей способности ПАС в составе ВВ. Однако сам принцип управления физической стабильностью повышением вязкости ДТ является несовместимым с задачей получения ВВ, обладающего высокими эксплуатационными характеристиками.

Еще одним недостатком данного ВВ является то, что он относится к взрывчатым составам, изготавливаемым одним циклом. При одновременном совмещении пористой и непористой селитры с жидким горючим скорость впитывания его ПАС значительно опережает скорость его впитывания непористой АС. Это может нарушать режим полноценного насыщения гранул непористой селитры жидким горючим и тем самым ухудшать эксплуатационные характеристики ВВ.

Задачей изобретения является разработка взрывчатого состава АС-ДТ на основе пористой и непористой селитры и способа изготовления взрывчатого состава, не требующих значительных материальных затрат.

Технический результат - повышение физической стабильности и улучшение эксплуатационных характеристик.

Указанный результат достигается тем, что у взрывчатого состава, содержащего жидкое горючее в виде дизельного топлива в количестве 5,5 мас. % и гранулированную аммиачную селитру в виде двух ее модификаций, а именно пористой и непористой, согласно изобретению, количество пористой и непористой селитры устанавливается из соотношения:

$$\begin{array}{l} \text{Пористая селитра} \quad \frac{361}{K_{\text{ПАС}} - 2} \\ \text{Непористая селитра} \quad 94,5 - \frac{361}{K_{\text{ПАС}} - 2} \end{array}$$

где  $K_{\text{ПАС}}$  - нормативный показатель впитывающей способности пористой селитры по отношению к дизельному топливу, %.

В способе изготовления взрывчатого состава, включающем смешивание дизельного топлива и гранулированной аммиачной селитры в виде двух ее модификаций, а именно пористой и непористой, согласно изобретению, изготовление взрывчатого состава осуществляют двумя циклами, при этом в первом цикле непористую селитру смешивают с дизельным топливом, а во втором цикле полученную смесь смешивают с пористой селитрой, при этом количество пористой и непористой селитры определяют из соотношения:

$$\begin{array}{l} \text{Пористая селитра} \quad \frac{361}{K_{\text{ПАС}} - 2} \\ \text{Непористая селитра} \quad 94,5 - \frac{361}{K_{\text{ПАС}} - 2} \end{array}$$

где  $K_{\text{ПАС}}$  - нормативный показатель впитывающей способности пористой селитры по отношению к дизельному топливу, %.

Предлагаемые способ и состав в качестве рецептурного сопровождения включают коррекцию соотношения пористой и непористой селитры. Метод коррекции не имеет ограничений по содержанию ПАС в составе ВВ и обеспечивает физическую стабильность и высокие эксплуатационные характеристики взрывчатому составу при минимизации его стоимости.

Попутно с этим метод коррекции позволяет гипотетически оценить стоимость взрывчатых составов на основе ПАС от разных производителей и выбрать для производства наиболее подходящую пористую селитру с меньшей стоимостью по конечной продукции.

Смешение компонентов в способе производится двумя циклами.

Продолжительность первого цикла соответствует продолжительности полной пропитки гранул непористой селитры дизельным топливом с омасливанием гранул. А продолжительность второго цикла соответствует продолжительности устранения омасливаемости гранул и купирования дизельного топлива внутри гранул обеих селитр.

Рецептура предлагаемого взрывчатого состава разработана с позиции логистики и содержит метод коррекции, применяемый для управления соотношением пористой и непористой селитр на основе использования информации об их впитывающей способности. Метод векторно направлен на минимизацию стоимости взрывчатого состава при соблюдении условия его физической стабильности и высоких эксплуатационных характеристик.

В рецептуре взрывчатого состава содержится одна постоянная величина (массовая доля ДТ) и две переменных величины (массовые доли пористой и непористой селитр).

Значения переменных величин устанавливают из условия стехиометрического соотношения окислителя и горючего АС:ДТ=94,5:5,5 и в зависимости от нормативной впитывающей способности пористой селитры при известной впитывающей способности непористой селитры, равной 2%.

Указанные зависимости можно выразить в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{M_{\text{пас}} \cdot K_{\text{пас}}}{100} + \frac{M_{\text{пас}} \cdot K_{\text{пас}}}{100} = 5,5 \\ M_{\text{пас}} + M_{\text{пас}} = 94,5 \end{cases} \quad (1)$$

где  $M_{\text{пас}}$  - массовая доля непористой селитры, %;  
 $M_{\text{пас}}$  - массовая доля пористой селитры, %;  
 $K_{\text{пас}}$  - впитывающая способность непористой селитры по отношению к дизельному топливу, %;  
 $K_{\text{пас}}$  - впитывающая способность пористой селитры по отношению к дизельному топливу, %.

Преобразуя систему уравнений (1) и подставив значение  $K_{\text{пас}}=2\%$  получаем:

$$M_{\text{пас}} = \frac{361}{K_{\text{пас}}-2} \quad (2)$$

$$M_{\text{пас}} = 94,5 - \frac{361}{K_{\text{пас}}-2} \quad (3)$$

Полученные выражения (2) и (3) определяют значения переменных величин массовых долей пористой и непористой селитр в зависимости от известного значения впитывающей способности пористой селитры.

Определяемые в соответствии с этими выражениями соотношения компонентов позволяют изготавливать модификации взрывчатого состава на основе ПАС различных производителей. При этом различающиеся между собой по рецептурным соотношениям компонентов взрывчатые составы будут идентичны друг другу по физической стабильности и эксплуатационным характеристикам.

А стоимость модификаций будет минимальной для конкретных значений впитывающей способности ПАС.

Однако метод корреляции, реализуемый в рецептуре, имеет двойное назначение. Он позволяет гипотетически оценить стоимость взрывчатого состава во всех его возможных модификациях и выбрать для производства наиболее дешевое ВВ.

Для выбора наиболее дешевого взрывчатого состава из возможных модификаций ВВ их сравнивают по стоимостным показателям, используя при этом выражения (2) и (3).

Пример.

Изготовлено две модификации взрывчатого состава №1 и №2.

В составе №1 использована ПАС производства ОАО «Азот» (Уралхим) с впитывающей способностью к ДТ-8,5%, а в составе №2 использована ПАС производства АО «НАК «Азот» (Еврохим) с впитывающей способностью - 9,5%. (Нормы впитывающей способности ПАС разных производителей взяты из «Горного журнала Казахстана», №2, 2016 г., с. 11).

Взрывчатый состав №1.

Состав изготавливают по рецептуре, имеющей следующее соотношение компонентов, мас. %:

$$M_{\text{пас}} = \frac{361}{8,5 - 2} = 55,5$$

$$M_{\text{нас}} = 94,5 - 55,5 = 39$$

$$M_{\text{дт}} = 5,5$$

Проверка рецептуры на соответствие впитывающей способности селитр массовой доле ДТ, мас. %:

$$\frac{55,5 \cdot 8,5}{100} + \frac{39,0 \cdot 2}{100} = 4,72 + 0,78 = 5,5$$

Стоимость  $C_1$  взрывчатого состава №1 по материалам с НДС 12% составила, тг/т:

$$C_1 = \left( \frac{252 \cdot 55,5}{100} + \frac{204 \cdot 39,0}{100} + \frac{580 \cdot 5,5}{100} \right) \cdot 377 = 94747 \quad (4)$$

где 252 - стоимость пористой селитры (Уралхим), долл/т;

204 - стоимость непористой селитры, долл/т;

580 - стоимость дизельного топлива, долл/т;

377 - курс доллара США на момент приобретения сырья, тг/долл.

Взрывчатый состав №2

Состав изготавливают по рецептуре, имеющей следующее соотношение компонентов, мас. %:

$$M_{\text{мас}} = \frac{361}{9,5 - 2} = 48,13$$

$$M_{\text{нас}} = 94,5 - 48,13 = 46,37$$

$$M_{\text{дт}} = 5,5$$

Проверка рецептуры на соответствие впитывающей способности селитр массовой доле ДТ, мас. %:

$$\frac{48,13 \cdot 9,5}{100} + \frac{46,37 \cdot 2}{100} = 4,57 + 0,93 = 5,5$$

Стоимость  $C_2$  взрывчатого состава №2 по материалам с НДС 12% составила, тг/т:

$$C_2 = \left( \frac{279 \cdot 48,13}{100} + \frac{204 \cdot 46,37}{100} + \frac{590 \cdot 5,5}{100} \right) \cdot 377 = 92645 \quad (5)$$

где 279 - стоимость пористой селитры (Еврохим), долл/т;

Разница в стоимости составов №1 и №2 составляет:

$$C_2 - C_1 = 94747 - 92645 = 2102 \text{ тг/т}$$

На Карагайлинском производственном участке ТОО «НПП «Интеррин» были изготовлены опытные партии ВВ: взрывчатого состава № 1 - 5 т и взрывчатого состава № 2 - 7 т. Взрывчатые составы изготавливали двумя циклами. Вначале непористую селитру смешивали с обычным дизельным топливом до полного проникновения ДТ в гранулы и их омасливания. Продолжительность смешения составила 3 мин.

Затем полученную смесь смешивали с пористой селитрой до устранения омасливаемости гранул и полного купирования дизельного топлива внутри гранул обеих селитр. Продолжительность смешения составила 2 мин.

Опытные партии ВВ были затарены в мягкие контейнеры типа «big- bag» грузоёмкостью 0,5 т и испытаны на хранение в течение 6 суток.

Анализ состояния взрывчатых составов № 1 и № 2 после испытаний на длительное хранение показал отсутствие следов стекаемости ДТ с гранул селитры.

Затем определяли эксплуатационные характеристики ВВ. На руднике «Акбастау» ТОО «Корпорация Казахмыс» взрывчатыми составами №1 и №2 с помощью смесительно-зарядных машин (СЗМ) МЗВ-16-013 осуществляли зарядание скважин диаметром 233 мм и глубиной 12 м. Для сравнительной оценки качества взрыва уступ был

разделен на две части, из которых одна была заряжена взрывчатым составом №1, а другая составом №2.

В процессе зарядания оба состава показали хорошую сыпучесть и отсутствие налипаний в узлах СЗМ.

Качество отбойки и дробления породы взрывом определяли для обеих частей уступа по качеству дробления горной породы и качеству проработки подошвы уступа. Оба испытуемых состава показали хорошие и абсолютно одинаковые результаты.

Испытания подтвердили, что обе модификации взрывчатого состава идентичны друг к другу по эксплуатационным характеристикам, но состав №2 предпочтительнее состава №1, т. к. имеет более низкую стоимость.

Таким образом, предлагаемый бинарный взрывчатый состав ЛС-ДТ, задаваемый рецептурным содержанием с методом коррекции соотношения пористой и непористой селитр, и способ его изготовления двумя циклами обеспечивают его физическую стабильность и высокие эксплуатационные характеристики независимо от уровня впитывающей способности пористой селитры. А минимизация стоимости взрывчатого состава достигается двумя путями: предельно минимальным содержанием более дорогой пористой селитры в составе ВВ и гипотетической оценкой стоимости различных модификаций с выбором для производства наиболее дешевого варианта ВВ.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Взрывчатый состав, содержащий жидкое горючее в виде дизельного топлива в количестве 5,5 мас. % и гранулированную аммиачную селитру в виде двух ее модификаций, а именно пористой и непористой, *отличающийся* тем, что количество пористой и непористой селитр устанавливают из соотношения:

$$\begin{array}{l} \text{Пористая селитра} \quad \frac{361}{K_{\text{нас}} - 2} \\ \text{Непористая селитра} \quad 94,5 - \frac{361}{K_{\text{нас}} - 2} \end{array}$$

где  $K_{\text{нас}}$  – нормативный показатель впитывающей способности пористой селитры по отношению к дизельному топливу, %.

2. Способ изготовления взрывчатого состава, указанного в п.1, включающий смешивание дизельного топлива и гранулированной аммиачной селитры в виде пористой и непористой, *отличающийся* тем, что способ состоит из двух циклов, в первом цикле непористую селитру смешивают с дизельным топливом, а во втором цикле полученную смесь смешивают с пористой селитрой.

34526

Верстка Ф. Сопакова  
Корректор Г. Косанова