

3. **Мариев П.Л.** Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / **П.Л. Мариев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов** – СПб: Наука, 2004. – 429 с.
4. **Монастырский Ю. А.** Перспективы развития сервисной сети карьерных автосамосвалов в Украине / **Монастырский Ю. А., Веснин А. В.** // Вісті Автомобільно-дорожного інституту, 2009. – вип. 1. – С. 77-81.
5. **Монастырский Ю. А.** Выбор организации замены основных агрегатов автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью 120 т. // Разработка рудных месторождений, 2008. – Кривой Рог: КТУ. -вып. № 92. – с. – 148–152.
6. **Стенина Н. А.** Влияние условий эксплуатации на температурный режим редукторов мотор-колес карьерных автосамосвалов: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / **Стенина Наталья Александровна**; [Место защиты: Кузбас. гос. техн. ун-т]. – 19 с.
7. **Мариев П. Л.** Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке / **П. Л. Мариев** [и др.] /– М.: Недра, 2006.– 392 с.
8. **Хорешок А. А.** Метод комплексного диагностирования редукторов мотор-колес карьерных автосамосвалов (на примере ОАО «УК Кузбассразрезуголь») / **Хорешок А. А. Кудреватых А. В.** // Горная промышленность – 2010 – №5 (93). – С.60 – 64
9. Карьерный самосвал БелАЗ-75131 и его модификации. Руководство по ремонту 7513 –3902080 РС, РУПП «Белорусский автомобильный завод», 2007. – 208 с.
10. **Деро А.Р.** неполадки в работе асинхронного двигателя / Деро А.Р. - Библиотека электромонтера. Вып. 444. - Л.: Энергия, 1976. – 96 с.
11. Моховский угольный разрез является филиалом ОАО "Угольная компания "Кузбассразрезуголь" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tetralab.ru/pages/viewpage.action?pageId=327919>
12. Кривбасс-БелАЗ – Сервис СП. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belaz.com.ua/centres/krivbass/about/>
13. Циклон — статья на «Инженерной энциклопедии». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://engineeringssystem.ru/c/ciklon.php>
14. Справочник (кадастр) физических свойств горных пород / Под ред. **Н. В. Мельникова, В. В. Ржевского, М. М. Протодяконова**. М.:Недра, 1975. – 279 с.
15. **Коузов П. А.** Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. – 3-е изд. перераб. – Л.: Химия, 1987.– 264 с.
16. **Скрябина Л. Я** Атлас промышленных пылей (Обзорная информация. Сер. ХМ-14). М.: ЦИНТНхимнефтемаш, 1980. – 47 с.
17. **Reed W. R., Organiscak J. A.** Haul Road Dust Control / Coal Age; Oct. 2007.– Vol. 112.– Issue 10.– p 34.
18. NIOSH/Industry Collaborative Efforts Show Improved Mining Equipment Cab Dust Protection. Organiscak J. A. [and others] In: Yernberg WR, ed. Transactions of Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. – Vol. 314. – 2003 – p. 145–152.
19. **Jose I. Huertas, Dumar A. Camacho, Maria E. Huertas.** Standardized emissions inventory methodology for open-pit mining areas. Environmental Science and Pollution Research, August 2012.– Volume 19.– Issue 7.– pp 2784-2794.
20. **Chaulya S. K.** Air Quality Status of an Open Pit Mining Area in India. / Environmental Monitoring and Assessment. - 2005 - №105(1-3) - p. 369-89.

Рукопис подано до редакції 17.03.14

УДК622.235

С.С. ТКАЧЕНКО, директор ООО «Укрспецолива», г. Кривой Рог

ВОЗМОЖНОЕ РАСШИРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Описаны свойства безводных эмульсий расплавов смеси аммиачной, кальциевой и натриевой селитры в индустриальных маслах, в том числе физические свойства, термостойкость, горение, детонация. Приведена технология их применения в горном деле, даны характеристики разработанного для этого оборудования.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В первом патенте США на эмульсионное взрывчатое вещество типа «вода в масле» [1] содержание воды во взрывчатом веществе (ВВ) составляет 15-35%. Эта вода не вступает в химические реакции, обеспечивающих тепловыделение при взрыве, является балластом снижает взрывную эффективность. Очевидным путем повышения удельной энергии взрыва служит направление по снижению содержания воды в составе эмульсионного ВВ. Например, в некоторых патентах предлагаются составы с содержанием воды 14-17 % [2] или 10-12 % [3].

Анализ исследований и публикаций. Указанную задачу повышения удельной энергии можно решить путем введения в состав высокоэнергетических окислителей, например хлоратов

или перхлоратов, индивидуальных взрывчатых веществ, таких как гексоген, ТЭН, нитрат монометиламина или высокоэнергетических горючих - алюминий, магний. Примеры таких составов можно найти в патенте [4]. Здесь содержание воды составляет 5-12 % и кроме того в состав входит нитрат монометиламина и перхлорат натрия. В [5] предложено вводить в состав перхлораты, а содержание воды составляет 14-20 %.

Снижение содержания воды в эмульсии вызывает ее ускоренную кристаллизацию при охлаждении, что сопровождается изменением взрывчатых свойств и снижением водостойкости. Однако такие затвердевающие эмульсии тоже представляют некоторый интерес и по мнению авторов могут заменить шашки тротила и пентолита [6]. Эти эмульсии кристаллизуются через небольшое время после охлаждения. Содержание воды в предлагаемых составах - до 5 %. В [7] описаны аналогичные составы кристаллизующихся при охлаждении эмульсий с содержанием воды до 5%, но со специальной добавкой зародышей кристаллизации для ускорения затвердевания.

Интересным решением для получения эмульсий с малым содержанием воды и отсутствием кристаллизации является введение в раствор селитры веществ, препятствующих росту кристаллов [8]. При этом содержание воды составляет 8-18 %.

Безводные эмульсии описаны в [9]. Для них предложено название «эмульсии типа расплав в масле». В конкретных примерах испытанных образцов заменителем воды для снижения температуры плавления являются карбамид или муравьинокислый аммоний или муравьинокислый натрий или ацетат аммония. Все эти соединения содержат кислород, входящий в состав органического вещества и не участвующий в реакциях взрыва, сопровождающихся выделением тепла. Единственный из предложенных безводных составов на расплаве солей азотной кислоты без дополнительных легкоплавких компонентов - состав на основе смеси аммиачной селитры и нитрата серебра в количестве 19 %.

Постановка задачи. Цель данной работы - получение стойких безводных эмульсий типа «расплав в масле» на основе аммиачной, натриевой и кальциевой селитры и исследование их свойств с возможностью применения на взрывных работах.

Изложение материала и результаты. Предприятием ООО «Укрспецолива» разработан эмульгатор, позволяющий изготавливать эмульсии для приготовления эмульсионных взрывчатых веществ без включения в их состав воды. В состав эмульсий входит эмульгатор, горючие компоненты, такие как индустриальные масла, а также аммиачная и натриевая или кальциевая селитры. Строго говоря, эмульсии, описанные ниже, содержат в своем составе воду. Количество этой воды обусловлено ее содержанием в исходных компонентах.

Так, например, гранулированная аммиачная селитра по ГОСТ 2-85 содержит до 0,3 процента воды. Таким образом, в эмульсиях содержание воды находится на этом уровне, но такое количество обычно не учитывается в технических расчетах.

Свойства таких эмульсий отличаются от свойств эмульсий, применяемых для изготовления наливных эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ).

На основе таких безводных эмульсий на указанных компонентах можно получить ЭВВ с теплотой взрыва более 3800 кДж/кг и объемом газообразных продуктов взрыва около 850 л/кг. Плотность образцов эмульсии при температуре +20 град. составила 1470-1480 кг/м³.

По указанным характеристикам данные эмульсии сравнимы с тротилом [10]. Это открывает принципиальную возможность изготовления промежуточных детонаторов или патронов-боевиков с соблюдением принципа, что инициатор должен иметь большие взрывчатые характеристики (теплота взрыва, плотность, скорость детонации), чем иницируемый заряд.

Из физических свойств следует отметить гигроскопичность безводных эмульсий. При хранении на воздухе даже при относительной влажности воздуха 30 процентов, на поверхности образуется пленка эмульсии, содержащая воду. Она резко отличается по свойствам от исходной эмульсии. При этом эмульсии обладают известной водостойкостью, обусловленной образованием именно этой, нерастворимой в воде пленки.

Термостойкость эмульсий. Испытанию на термостойкость подвергали образцы эмульсий объемом 100 мл. Составы, выдерживали на масляной бане при температуре до +160 град. Цельсия в течение до 6 часов. Наблюдали изменение внешнего вида эмульсий.

У составов с добавкой карбамида при температуре +130 град. через 2 часа происходит повышение объема из-за выделения газов. Следует отметить, что повышение объема эмульсии

происходит не сразу, а именно с задержкой в 2 часа. При температуре 140 град. рост объема начинается через 1,5 часа.

Отмечено [11] что карбамид замедляет разложение аммиачной селитры. Однако испытание эмульсий, не включающих в своем составе карбамид, показало их более высокую термостойкость.

Они выдерживают термостатирование при температуре +160 град. в течение 6 часов без внешних изменений. Именно эти составы предлагаются для внедрения.

Горение эмульсий. Измерение скорости горения производилось на образцах эмульсий цилиндрической формы диаметром 20 мм в бумажной оболочке.

Эмульсии поджигаются и устойчиво горят при атмосферном давлении со скоростью 4-6 мм/мин (0,1-0,15 кг/м²с). Для начала горения торец цилиндрического образца эмульсии помещался в пламя спиртовой горелки.

Устойчивое горение начиналось через 10-20 с после начала разогрева торца цилиндра. После поджигания цилиндры устанавливались вертикально для измерения скорости горения.

Составы, содержащие натриевую селитру, горят ровным шипящим пламенем с образованием бесцветного дыма.

Составы с кальциевой селитрой горят ровным бесшумным пламенем без дыма, однако на горячей поверхности образуются капли расплава продуктов горения, которые по мере накопления, скатываются за пределы горящего цилиндра.

Следует отметить, что эмульсии, содержащие более 15 % воды в указанном диаметре не способны устойчиво гореть при атмосферном давлении.

Взрывчатые свойства

Сенсибилизация эмульсии производилась микросферами. Срок хранения эмульсии до 30 дней. Плотность испытуемых образцов составляла 900-1250 кг/м³. Условия испытаний соответствовали испытаниям на полноту детонации по ГОСТ 14839.19-69 (открытый заряд в бумажной оболочке). В результате определено, что заряды с оптимальным содержанием микросфер детонируют в диаметре 8 мм, а в диаметре 5 мм дают отказ. Следует отметить, что это результат для указанной плотности, для определенного вида микросфер и эмульсии с указанным сроком хранения.

Такой диаметр детонации позволил определять бризантность составов по пробе, аналогичной пробе Гесса. На основе результатов бризантности отработан состав с оптимальным соотношением аммиачной, кальциевой и натриевой селитры. Кроме того, по этой же методике определено оптимальное содержание микросфер. Определяющий критерий - максимальная бризантность.

Технология применения включает в себя:

производство эмульсии, расфасовка ее в емкости объемом от 10 л, ее естественное остывание и хранение;

доставка эмульсии к месту ведения взрывных работ и изготовление эмульсионного ВВ (сенсибилизация микросферами). Устройство для сенсибилизации разработано и изготовлено.

После сенсибилизации полученное ВВ необходимо записывать в принятые формы учета ВВ;

изготовление патронов из этого ВВ или заполнение им оболочек и (или) зарядание этим непатронированным ВВ шпуров.

Здесь следует отметить, что сенсибилизированная микросферами эмульсия по консистенции напоминает тесто и не может перекачиваться традиционными для эмульсий насосами.

Нами разработано устройство для зарядания шпуров и патронирования такой сенсибилизированной эмульсии. Характеристики устройства: масса - 2 агрегата по 40 кг каждый; привод - электродвигатель 2,2 кВт, 380 В (возможен привод от сжатого воздуха); зарядный рукав длиной 10 м и наружным диаметром 32 мм.

Производительность зарядания (скорость подачи ВВ в шпур диаметром 50 мм) в горизонтальные шпуры - 5 кг/мин, в вертикальные снизу вверх (восходящие) - 1 кг/мин.

Длина экспериментальных шпуров 3-4 м. Упомянутая высокая вязкость эмульсионного ВВ обеспечивает сохранение заряда в восходящих шпурах.

Это же устройство позволяет патронировать сенсибилизированную эмульсию. Производительность патронирования 18 кг/час. Обслуживает устройство 2 человека.

Преимущества указанной технологии:

1. Отсутствие склада ВВ и необходимости в приобретении и доставки ВВ. Необходимо приобретать и хранить только электродетонаторы или неэлектрические системы инициирования. Для изготовления ВВ и патронов-боевиков необходимо приобретать аммиачную и кальциевую или натриевую селитры, минеральное масло и эмульгатор.
2. Нулевой кислородный баланс и минимальное выделение ядовитых газов.
3. Отсутствие пыления при зарядании шпуров.
4. Водостойкость.
5. Возможность изменения свойств ВВ в зависимости от пород и диаметра шпуров или скважин.
6. Снижение затрат на взрывные работы за счет меньшей стоимости сырья для приготовления эмульсионного ВВ, по сравнению с патронами заводского изготовления.
7. Возможность эксплуатации установки для производства эмульсии в неотопляемом помещении при температуре воздуха ниже нуля градусов. Возможно размещение установки на автомобиле.

Особенностью технологии является ограниченный срок хранения эмульсии.

Срок хранения эмульсии и соответственно готового ВВ зависит от рецептуры и составляет до 1 месяца. При более длительном хранении эмульсии теряют прозрачность, на срезе становятся матовыми, а сенсibilизированные имеют больший критический диаметр.

Поэтому применение этого эмульсионного ВВ не по назначению вследствие упомянутого фактора затруднительно.

Эта технология более безопасна по сравнению с существующими технологиями в части хищения, извлечения и использования ВВ из отказов и т.п.

Как известно, традиционные технологии взрывных работ основаны на применении патронированных взрывчатых веществ или шашек заводского изготовления со значительными сроками хранения, иногда практически неограниченными.

Именно этот фактор позволяет использовать ВВ заводского изготовления в непрямых целях.

Выводы и направления дальнейших исследований. Для внедрения предлагаемой технологии необходимо в установленном порядке получить разрешение на испытания взрывчатого вещества, устройства для его получения и устройства для его зарядания в шпуровые или для производства патронов.

Совершенствование предложенной технологии возможно в направлении улучшения реологических свойств безводных эмульсий (например, снижение вязкости), упрощение их сенсibilизации и разработка эмульгатора, позволяющего получить эмульсию из расплава аммиачной селитры.

Список литературы

1. Pat. 3161551, USA, 1961.
2. Pat. 3700783, De.1977.
3. Pat. 4149917, USA. 1987.
4. Pat. 5366571, USA. 1993.
5. Pat. 4149916, USA. 1977.
6. Pat. 4548659, USA. 1984.
7. Pat. 4722757, USA. 1987.
8. Pat. 4490194, USA. 1983.
9. Pat. 4248644, USA. 1979.
10. **Поздняков Э.Г., Росси Б.Д.** , Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. Недра, 1977 – С.253.
11. **Михайлов Ю.М., Колганов У.В., Соснин В.А.** Безопасность аммиачной селитры и ее применение в промышленных взрывчатых веществах. Дзержинск, ГосНИИ "Кристал", 2008. – С. 304.

Рукопись поступила в редакцию 17.03.14