

REFERENCES

1. Kuprin, V.P., Kovalenko, I.L. (2012) *Rozrobka i vprovadzhennya emulsiyних vibuhovih rechovin na kar'erah v Ukrayini* [Development and application of emulsion explosives in quarries in Ukraine], Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Kolganov, E.V., Sosnin, V.A. (2009) *Emulsionnyie promyshlennyye vzryivchatyye veschestva* [Emulsion industrial explosives], Book 1, GOSNII «Krystall», Dzerzhinsk, Ukraine.
3. Kalyakin, Stanislav (2012) *Bezopasnost vzryivnyih rabot v gazonosnyih massivah ugolnyih shaht* [Safety of explosive works in gas-bearing massif of coal mines], Palmarium Academic Publishing LAP LAMBERT, Saarbrücken, Germany.
4. Petrov N.G. *Korotkozamedlennoe vzryivanie v shahtah* [Short-delayed explosion in mines], Nedra, Moscow, USSR.
5. Andreyev, K.K., Belyaev, A.F. (1960) *Teoriya vzryivchatyyih veschestv* [Theory of explosives], Oborongiz, Moscow, USSR.
6. Lee, J., Person, P.A. (1990) “Detonation behavior of emulsion explosives”, *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, vol. 15, pp. 208–216.
7. Deribas A.A., Medvedev, A.E., Reshetnyak, A.U., Fomin, V.M. (2003) “Detonation of emulsion explosives with empty microspheres”, *Thesis of RAN*, iss. 389, no.6, pp. 747–748.
8. Sil'vestrov, V.V., Plestinin, A.V. (2009) “Investigation of low detonation velocity emulsion explosives”, *Combustion, Explosion and Shock waves*, vol. 45, no. 5, pp. 618–626.
9. Zazhigayev, L.S., Kishyan, A.A., Romanov, U.I. (1978) *Metodyi planirovaniya i obrabotki rezultatov fizicheskogo eksperimenta* [Methods of planning and processing the results of physical experiment], Atomizdat, Moscow, USSR.

Стаття надійшла 13.11.2014.

УДК 661. 52: 662. 2

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПАТРОНИРОВАННЫХ
ЭНЕРГОКОНДЕНСИРОВАННЫХ СИСТЕМ МАРКИ УКРАИНИТ**

И. Л. Коваленко

Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный
химико-технологический университет»
просп. Гагарина, 8, г. Днепропетровск, 49000, Украина.
E-mail: il-kovalenko@mail.ru

В. П. Куприн

ООО «Экком»
ул. В. Дубинина, 69, г. Днепропетровск, 49000, Украина.
E-mail: kuprinvp@mail.ru

Д. В. Киященко

ООО «Укрвзрывтехнология»
пер. Краснознаменный, 4/ 1, г. Харьков, 61002, Украина.
E-mail: kiyashenko@yandex.ua

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Показана возможность управления детонационными параметрами патронированных эмульсионных взрывчатых веществ за счет изменения качественного и количественного состава эмульсии. Рассмотрено влияние технологии эмульгирования на дисперсность эмульсии и детонационные параметры взрывчатых веществ. Показано, что высоковязкие эмульсии с дисперсностью 1,3–1,8 мкм могут быть получены одностадийным эмульгированием в статическом аппарате оригинальной конструкции. Дальнейшее преобразование эмульсии в динамических смесителях ИКА снижает дисперсность не более чем на 10 % либо приводит к кристаллизации эмульсии. Расчетными методами показано, что введение в состав ВВ порошка алюминия снижает скорость детонации, но повышает работоспособность системы за счет существенного увеличения энергии и температуры взрыва.

Ключевые слова: технология, эмульгирование, энергонасыщенность, взрывчатые вещества.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПАТРОНОВАНИХ ЕНЕРГОКОНДЕНСОВАНИХ СИСТЕМ МАРКИ УКРАЇНІТ

І. Л. Коваленко

Державний вищий начальний заклад «Український державний
хіміко-технологічний університет
просп. Гагаріна, 8, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна.
E-mail: il-kovalenko@mail.ru

В. П. Купрін

ТОВ «Екком»
вул. В. Дубініна, 69, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна.
E-mail: kuprinvp@mail.ru

Д.В. Кіященко

ТОВ «Укрвибухтехнологія»
пров. Краснознаменний, 4/1, м. Харків, 61002, Україна.
E-mail: kiyashenko@yandex.ua

Показана можливість керування детонаційними параметрами патронованих емульсійних вибухових речовин за рахунок зміни якісного та кількісного складу емульсії. Розглянуто вплив технології емульгування на дисперсність емульсії та детонаційні параметри вибухових речовин. Показано, що високов'язкі емульсії з дисперсністю 1,3–1,8 мкм можуть бути отриманні одностадійним емульгуванням в статичному апараті оригінальної конструкції. Подальше перетворення емульсії в динамічних змішувачах ИКА знижує дисперсність не більш, ніж на 10 % або призводить до кристалізації емульсії. Розрахунковими методами показано, що введення до складу вибухових речовин порошку алюмінію знижує швидкість детонації, але підвищує працездатність системи за рахунок суттєвого збільшення енергії та температури вибуху.

Ключевые слова: технологія, емульгування, енергонасиченність, вибухові речовини.

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Горнодобывающая промышленность Украины ежегодно потребляет до 6 тыс. тонн патронированных взрывчатых веществ (ВВ) на основе тротила (аммонит № 6ЖВ), используемые в качестве промежуточных детонаторов, накладных зарядов при дроблении негабарита, и как основное ВВ для заряжания шпуров на подземных рудниках. Принимая во внимание токсичность тротила, большое количество вредных газов, образующихся при взрыве тротилсодержащих ВВ, а также их высокую стоимость, актуальным является замена подобных ВВ на патронированные эмульсионные энергоконденсированные системы, не содержащие тротила.

Как известно [1], по взрывчатым характеристикам эмульсионные ВВ не уступают тротилсодержащим, а по экологической безопасности значительно превосходят последние.

При создании патронированных энергоконденсированных материалов на основе обратных эмульсий высококонцентрированных водных растворов нитратных солей в горючей фазе особое внимание необходимо уделять получению высокодисперсной, стабильной эмульсионной матрицы с заданными вязкостными свойствами в широком температурном интервале. Для повышения удельной концентрации энергии взрыва принято снижать содержание воды в эмульсии, что приводит к резкому повышению температуры кристаллизации дисперсной фазы и снижению физической стабильности системы. Исходя из этого, в качестве окислителя патронированных эмульсионных ВВ, как правило, используют бинарные системы «аммоний нитрат—кальций нитрат» или аммоний нитрат—натрий нитрат».

Добавки нитратов щелочных и щелочноземельных металлов в определенных концентрациях снижают температуру кристаллизации аммоний нитрата [2]. Высокая стабильность и дисперсность эмульсионной матрицы определяются не только ее качественным и количественным составом, но и типом аппарата-гомогенизатора, который используют для получения эмульсии. Детонационные характеристики получаемого на основе эмульсии ЭВВ зависят также от природы и дисперсности сенсibilизатора.

Цель работы – установить основные технологические параметры получения высокодисперсных, стабильных, энергоконденсированных эмульсионных ВВ.

Методика эксперимента и материалы: термический анализ — установка для дифференциально-термического анализа TERMOSKAN–2 (НПП «Аналит-прибор», г. Санкт-Петербург) при скорости развертки 20 град/мин; световая микроскопия (микроскоп Carl Zeiss NU2, цифровой окуляр SIGETA UCMOS 05100KPA 5,1MPx); рентгенофазовый анализ – рентгеновский дифрактометр ДРОН–2.0 в монохроматизированном $\text{Cu-}k_{\alpha}$ излучении ($\lambda = 1,54178 \text{ \AA}$); вискозиметрия – вискозиметр Brookfield DV–E с диапазоном дискретных скоростей вращения рабочего шпинделя. Скорость детонации – регистратор Micro Trap VOD DATA.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Термодинамические расчеты показывают, что снижение содержания воды в эмульсии на каждый процент приводит к повышению энергонасыщенности системы на 60–62кДж/кг.

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Однако при этом резко возрастает и температура кристаллизации раствора окислителя [3], что снижает стабильность получаемой эмульсии.

Так, при содержании воды в растворе окислителя ниже 10 % масс., температура его кристаллизации превышает 100 °С [4], что создает проблемы при эмульгировании. Установлено, что зависимость температуры начала кристаллизации ($t_{кр}$) бинарного водного раствора кальций и аммоний нитрата от концентрации $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ носит экстремальный характер (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, обеспечивающее минимальную температуру кристаллизации водного раствора окислителя « NH_4NO_3 — $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ »

Содержание воды в растворе, % масс.	Содержание $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, % масс.	$t_{кр}$, °С
6,0	25,0	89,0
6,5	25,5	87,2
7,0	26,5	83,8
7,5	27,0	80,2
8,0	27,5	75,6
9,0	28,6	71,6

Как видно из табл. 1, снижение концентрации воды в эмульсии должно сопровождаться уменьшением содержания кальций нитрата. С учетом того, что кислородный баланс $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (КБ=48,8 %) более чем в два раза превышает кислородный баланс NH_4NO_3 (КБ=20,0 %), уменьшение концентрации кальций нитрата влечет за собой снижение количества топливной фазы в системе, что отрицательно сказывается на энергетичности ВВ.

Как показали результаты термических исследований (рис. 1), переход к эмульсии с уменьшенным содержанием воды и кальций нитрата приводит к более позднему ее зажиганию, уменьшению скорости и интенсивности тепловыделения примерно в 2,5 раза.

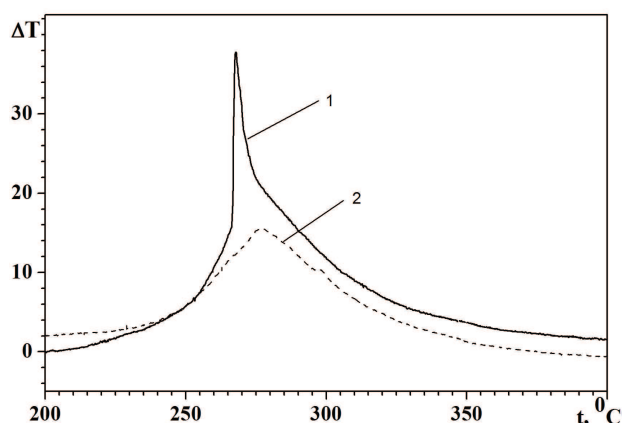


Рисунок 1 – Термограммы разложения эмульсий на основе бинарного раствора аммиачной и кальциевой селитры с различным содержанием воды (% масс.) в составе окислителя: 1) H_2O – 8,0 %, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – 27,5 %; 2) H_2O – 6,0 %, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – 25,0 %

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Исходя из полученных результатов определен оптимальный состав раствора окислителя [4], % масс.: NH_4NO_3 – 60,0–67,0; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – 26,0–30,0; H_2O – 7,0–10,0.

В качестве топливной фазы использовали эмульгатор Украинит–М (ТУ У 20.5–19436711-002:2012), представляющий собою раствор неионогенного поверхностно-активного вещества и загущающей добавки в индустриальном масле [5].

Представляло интерес установить влияние технологии эмульгирования на дисперсность эмульсии и детонационные параметры ЭВВ.

Для получения высокодисперсных эмульсий высокой вязкости используют статические смесители форсуночного типа. В форсунке раствор окислителя дробится на мельчайшие капли в виде факела и смешивается с топливной фазой. Продавливанием полученной смеси через выпускное отверстие смесителя получают эмульсию необходимой вязкости.

Недостатками известных устройств является необходимость смены форсунок для достижения необходимой степени дисперсности и невозможность регулировки вязкости получаемой эмульсии без изменения размера выпускного отверстия для эмульсии. Нами разработан аппарат получения эмульсии, в котором указанные недостатки устранены [6] (рис. 2).

Аппарат отличается тем, что форсунка, с помощью которой происходит введение раствора окислителя, тангенциально вмонтирована в стенку корпуса, входная труба для топливной фазы имеет распределительное устройство с отверстиями, а выпускное отверстие для эмульсии размещено в стенке корпуса клапанного механизма, снабженного регулирующим винтом. Степень дисперсности эмульсии в аппарате определяется скоростью подачи раствора окислителя (6–35 м/с), вязкость эмульсии регулируется клапанным механизмом.

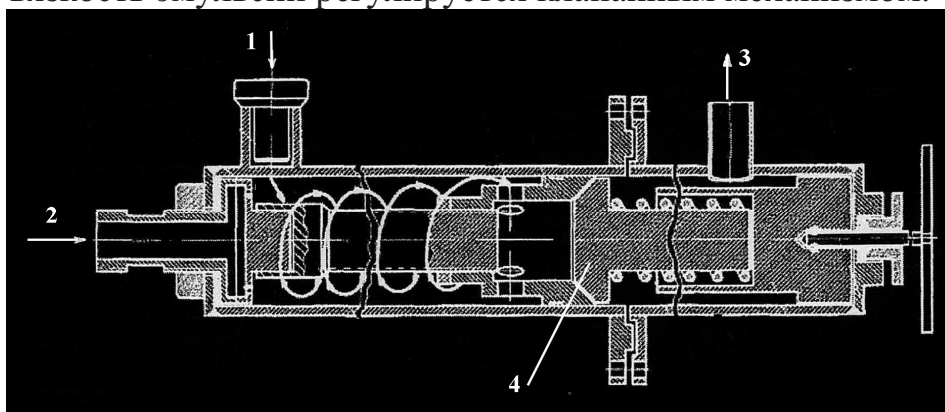


Рисунок 2 – Аппарат получения эмульсии: 1 – подача раствора окислителя; 2 – подача топливной фазы; 3 – выпускное отверстие готовой эмульсии; 4 –клапанный механизм

Применение указанного аппарата при скорости подачи раствора окислителя 28,5 м/с и нагрузки на клапан 50 кг позволило получить эмульсию дисперсностью 1,3–1,8 мкм и вязкостью более 10^3 Па·с ($t=26$ °С).

Существует мнение [2], что статические смесители используют преимущественно для предварительного эмульгирования с последующей обработкой эмульсии в динамическом смесителе роторно-статорного типа.

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Для оценки целесообразности двухстадийного эмульгирования, эмульсию полученную в разработанном статическом смесителе подвергали дополнительному диспергированию с помощью коллоидной мельницы ИКА МК 2000 и диспергатора ИКА Ultra-TURRAX UTL, роторно-статорные пары которых приведены на рис. 3 (число оборотов ротора в обоих случаях составляло 7848 мин^{-1}).



Рисунок 3 – Роторно-статорные пары: а) диспергатора ИКА Ultra-TURRAX UTL; б) коллоидной мельницы ИКА МК 2000

По результатам микроскопических исследований установлено, что двухстадийное эмульгирование с применением насадки UTL снижает средний размер частиц дисперсной фазы эмульсии на 5–10 %. Применение коллоидной мельницы МК приводит к появления в эмульсии зародышей кристаллов, которые по результатам рентгенофазового анализа идентифицированы как кристаллы аммиачной селитры.

Для сенсбилизации эмульсии использовали стеклянные микросферы фирмы 3М марки К1 с истинной плотностью $0,12\text{--}0,14 \text{ г/см}^3$ при среднем диаметре частиц около 100 микрон. Микросферы вводили в горячую эмульсию ($t = 90\text{--}95 \text{ }^\circ\text{C}$) с помощью смесителя оригинальной конструкции, который обеспечивает равномерность распределения и целостность микросфер (рис. 4).

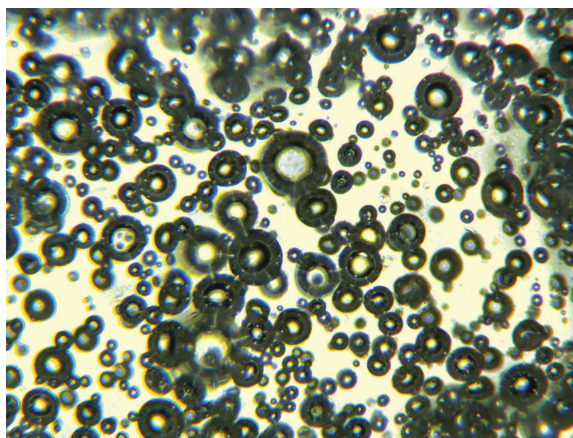


Рисунок 4 – Микрофотография (увеличение $\times 125$) эмульсии, сенсбилизированной микросферами К1 (3М)

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Как показали измерения скорости детонации полученных эмульсий (табл. 2), одностадийное эмульгирование в разработанном в статическом смесителе обеспечивает практически идентичные детонационные параметры, как и при двухстадийном эмульгировании с применением насадки UTL.

Таблица 2 – Скорость детонации патронов диаметром 32 мм (открытый заряд) при различных способах эмульгирования (содержание воды в эмульсии 7 % масс.)

Способ эмульгирования	Скорость детонации, м/с
Одностадийное эмульгирование – статический смеситель	4828
Двухстадийное эмульгирование – статический смеситель + ИКА Ultra-TURRAX UTL	4850
Двухстадийное эмульгирование – статический смеситель + ИКА МК 2000	3868

Использование коллоидной мельницы приводит к ухудшению стабильности эмульсии (через двое суток хранения в эмульсии образуются кристаллы аммиачной селитры) и снижению скорости детонации ВВ (табл. 2).

Для оценки влияния содержания воды в эмульсии и энергетических добавок (порошок алюминия ПА–4) на детонационные параметры ЭВВ были проведены физико-химические расчеты по методике, изложенной в [7], результаты которых приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, снижение концентрации воды в ЭВВ приводит к росту скорости детонации (D) и увеличению массовой скорости продуктов взрыва (W) во фронте детонационной волны, при этом детонационное давление (P^*) практически не изменяется.

Таблица 3 – Расчетные детонационные параметры ЭВВ

Содержание воды в эмульсии, % масс.	D , м/с	W , м/с	P^* , ГПа	Теплота взрыва, кДж/кг	Объем газов взрыва, л/кг	Температура взрыва, °С
ЭВВ без энергетических добавок						
7	5640,54	3111,54	$1,23 \cdot 10^4$	3502,78	851,97	2173,55
8	5580,13	3084,98	$1,20 \cdot 10^4$	3461,32	849,01	2149,37
9	5520,17	3058,49	$1,18 \cdot 10^4$	3419,87	846,06	2125,2
ЭВВ содержащие 3 % масс. алюминиевого порошка (ПА–4)						
7	5533,70	3018,63	$1,14 \cdot 10^4$	3854,90	826,11	2390,80
8	5478,67	2992,96	$1,12 \cdot 10^4$	3814,70	823,24	2366,75
9	5426,60	2970,64	$1,10 \cdot 10^4$	3774,50	820,38	2342,70

Введение в систему алюминия приводит к некоторому снижению скорости детонации при значительном росте теплоты и температуры взрыва независимо от принятого уравнения химической реакции алюминия – с оксидами азота (по

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Бринкли–Вильсону) или с парами воды ($Al+1,5H_2O = 0,5Al_2O_3 + 1,5H_2$). Последнее обеспечивает существенное увеличение фугасной составляющей в общей работе взрыва.

Таким образом, изменяя состав и содержание компонентов можно управлять детонационными параметрами патронированных ЭВВ. Изложенные результаты легли в основу разработки патронированных ЭВВ марки Украинит-П (ТУ У 20.5–36373037–002:2012), основные физико-химические и взрывчатые характеристики которых приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Характеристики патронированных ЭВВ марки Украинит

Показатели	Марки ЭВВ Украинит-П		
	П-С	П-СА	П-П
Внешний вид при температуре 20 °С	Пластичная однородная масса серого или желтого цвета		
Плотность при 30±10 °С, г/см ³	1,00–1,30		
Полнота детонации открытого заряда: – d _{патр} =32 мм от ЭД-8Ж – d _{патр} =42 мм от 100 г аммонита № 6 ЖВ	полная		полная
Кислородный баланс, %	минус 0,3–0,5	минус 0,5–0,15	минус 0,3–1,5
Теплота взрыва кДж/кг (расчетная)	3400–3500	3700–3900	3150–3200
Удельный объем газов взрыва, дм ³ /кг	840–860	820–830	840–860
Скорость детонации заряда, м/с, не менее	4900	4800	4400
Критический диаметр открытого заряда, мм	20–24	20–23	35–40
Бризантность, не менее, мм	20	19	17
Токсичные газы взрыва в пересчете на СО, л/кг	до 15,0	до 25,0	до 20,0
Чувствительность к удару по ГОСТ 4545: – нижний предел на приборе №3, мм, более – частота взрывов (при Р=10 кг, Н=250 мм) на приборе № 3, %	500 0		
Чувствительность к трению согласно ОСТ В 84–895: частота взрывов при давлении прижима 1200 МПа, %	0		

Как показали полигонные и промышленные испытания, патронированное ЭВВ Украинит-П по бризантности не уступает аммониту № 6 ЖВ и может быть использовано в качестве основного заряда промежуточного детонатора (Марка П-С и П-СА) для инициирования зарядов эмульсионных и смесевых ВВ в скважинах и шпурах любого диаметра. Марка П-П может быть использована в качестве основного заряда.

Обращает на себя внимание невысокие значения скорости детонации патронов приведенные в табл. 2, 4 по сравнению с расчетными значениями (табл. 3). Это может быть объяснено тем, что экспериментальные величины скорости де-

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

тонации определены для открытого заряда диаметром 32 мм, что близко к значениям критического диаметра ($d_{кр}$).

Влияние $d_{кр}$ заряда на скорость детонации рассмотрена в [8]. Очевидно, что с увеличением диаметра заряда скорость детонации должна возрастать, что и было подтверждено экспериментально для патронов Украинит–П диаметром 32 мм и 70 мм (рис. 5).

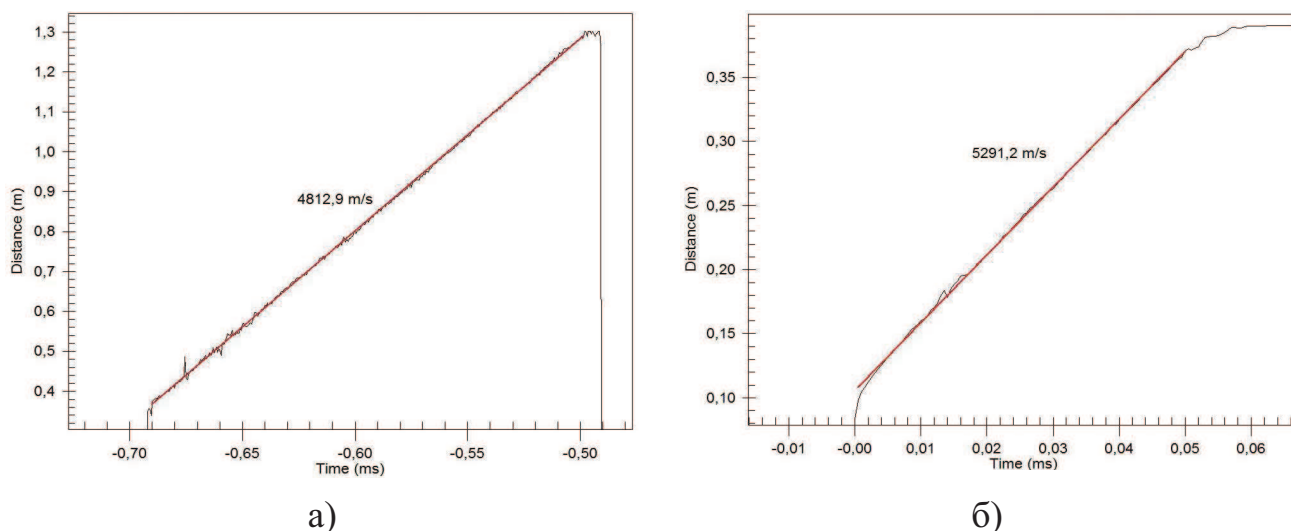


Рисунок 5 – Скорость детонации Украинита–ПС (открытый заряд) с диаметром патрона: а) 32 мм; б) 70 мм

ВЫВОДЫ. В работе изложены основные принципы получения высокодисперсных энергоконденсированных патронированных ЭВВ. Показана возможность управления детонационными параметрами за счет изменения качественного и количественного состава эмульсии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розробка і впровадження емульсійних вибухових речовин на кар'єрах України / Під ред. В.П. Купріна, І.Л. Коваленка. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УХ–ТУ, 2012. – 243 с.
2. Колганов Е.В. Соснин В.А Эмульсионные промышленные взрывчатые вещества. В 2 кн.; Кн. 1. Составы и свойства. – Дзержинск.: ГосНИИ «Кристалл», 2009. – 592 с.
3. Справочник азотчика. 2-е изд. / Под. ред. Мельникова Е.Я. – М.: Химия, 1987. – 464 с.
4. Kovalenko I.L., Kuprin V.P. Energy Condensed Packaged Systems. Oxidizer Components Selection // Праці Одеського політехнічного університету. – 2014. – Вип. 2(44). – С. 191–195.
5. Патент 63689 UA Патронована емульсійна вибухова речовина «Україніт–П»: МПК С06В 21/00, С06В 31/02 / Купрін В.П., Купрін О.В., Риков С.В., Савченко М.В., (UA); заявл. 23.08.2011; опубл. 10.10.2011.

6. Патент 69553 UA Апарат отримання емульсії для емульсійної вибухової речовини: МПК В01А 3/08, С06В 21/00, С06В 47/00/ Купрін В.П., Савченко М.В., Кіященко Д.В. (UA) та ін.; заявл. 28.02.2012; опубл. 25.04.2012.

7. Горинов С.А., Купрін В.П., Коваленко И.Л. Оценка детонационной способности эмульсионных взрывчатых веществ // Высокоэнергетическая обработка материалов: сбор. научн. трудов. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2009. – С. 18–26.

8. Сильвестров В.В. О зависимости скорости детонации от плотности заряда для взрывчатых веществ // Физика горения и взрыва. – 2006. – Т. 42, № 4. – С. 116–124.

TECHNOLOGY FEATURES OF PACKAGED ENERGYCONDENSED EXPLOSIVES «UKRAINIT»

I. Kovalenko

Ukrainian State University of Chemical Technology
prosp. Gagarina, 8, Dnepropetrovsk, 49000, Ukraine.
E-mail: il-kovalenko@mail.ru

V. Kuprin

Eccom Ltd
vul. Dubinina, 69, Dnepropetrovsk, 49000, Ukraine. E-mail: kuprinvp@mail.ru

D. Kiyaschenko

Ukrvzruvtekhnohiya Ltd
per. Krasnoznamenuy, 4/1, Kharkov, 61002, Ukraine.
E-mail: kiyaschenko@yandex.ua

The possibility of detonation parameters control of packaged emulsion explosives by changing the qualitative and quantitative composition of emulsion has been shown. The influence of emulsification technology on the emulsion dispersion and detonation parameters has been considered. It is shown that a highly viscous emulsions with dispersion of 1,3–1,8 microns can be prepared by one step emulsifying in a static apparatus of original design. Further conversion of the emulsion in the dynamic mixers reduces dispersion for not more than 10 % or leads to crystallization of emulsion. Calculation methods showed that the introduction of the aluminum powder into explosives decreases detonation velocity, but increases system efficiency due to a significant increase of explosion's energy and temperature.

Key words: technology, emulsification, energy content, explosives

REFERENCES

1. *Rozrobka I vprovadzhennya emulsiynykh vybukhovyykh rehovyn na kar'erakh Ukrainy* [Development and implementation of emulsion explosives in quarries Ukraine] / ed. by Kuprin, V.P. and Kovalenko, I.L. (2012), DVNZ UDKhTU, Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Kolhanov, E.V. and Sosnin, V.A. (2009) *Emulsionnye promyshlennye mzyvchatye veshchestva. Kn. 1 Sostavy I svoistva* [The industrial emulsion explosives.

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ
ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

In 2 books. Book. 1. Compositions and properties], GosNII «Kristall», Dzerzhinsk, Russia.

3. *Spravochnik azotchika. 2 izdanie* [Reference book of nitric plant's worker. 2nd ed.] ed. by Melnikov, E. Ya. (1987), Khimiya, Moscow, Russia.

4. Kovalenko, I.L. and Kuprin, V.P. (2014) *Energy Condensed Packaged Systems. Oxidizer Components Selection* “Odes'kyi politekhnichnuy universytet. Pratsi”, iss. 2(44), pp. 191–195.

5. *Patronovanovana emulsiyna vubukhova rehovuna “Ukrainit-P”* [Packaged emulsion explosive “Ukrainit-P”]/ Pat 63689 UA: C06B 21/00, C06B 31/02 / Kuprin, V.P., Kuprin, O.V., Rukov, S.V. and Savchenko, M.V. (2011), Ukraine.

6. *Aparat otrumannya emulsii dlya emulsiynoi vubukhovoї rehovunu* [The device producing of emulsion for emulsion explosive]/ Pat 69553 UA: B01A 3/08, C06B 21/00, C06B 47/00 / Kuprin, V.P., Savchenko, M.V. and Kiyaschenko, D.V (2012), Ukraine.

7. Gorinov, S.A., Kuprin, V.P. and Kovalenko, I.L. (2009) *Otsenka detonatsionnoi sposobnosti emulsionnykh vzryvchatykh veshchestv* [Evaluation detonation capacity of emulsion explosives], *Vysokoenergeticheskaya obrabotka materialov*, ART-PRESS, Dnepropetrovsk, pp. 18–26.

8. Silvestrov, V.V. (2006) “On the dependence of the detonation velocity of the charge density for explosives”, *Combustion, Explosion and Shock Waves*, vol. 42, no. 4, pp. 116–124.

Стаття надійшла 17.11.2014.