

УДК 622.235

А. А. Желтоножко, докт. техн. наук, с.н.с., В. Г. Кравець, докт. техн. наук, професор, А. Л. Ган, канд. техн. наук, доцент, В. Л. Демешчук, канд. техн. наук (НТУУ «КПІ»)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ВОДОРОДА НА СТАБИЛЬНОСТЬ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

A. A. Zheltonozhko, Dr. in eng. sc., professor, V. G. Kravets, Dr. in eng. sc., professor, A. L. Gan, PhD in eng. sc., associate professor, V. L. Demeshchuk, PhD in eng. sc., (NTUU «KPI»)

RESEARCH OF INFLUENCE HYDROGEN ION CONCENTRATION ON STABILITY OF EMULSION EXPLOSIVES

Исследовано влияние концентрации ионов водорода (pH) на плотность эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) при горячей сенсibiliзации. Показано, что устойчивое газовыделение обеспечивается при pH от 2,5 до 3,5. При этом плотность ЭВВ изменяется незначительно, что позволяет сохранить стабильность детонационных характеристик ЭВВ.

Ключевые слова: газогенерация, концентрация ионов водорода, плотность, раствор нитрита натрия, эмульсионные взрывчатые вещества.

Досліджено вплив концентрації іонів водню (pH) на щільність емульсійних вибухових речовин за допомогою гарячої сенсibiliзації. Показано, що стійке газовиділення забезпечується при pH від 2,5 до 3,5. При цьому щільність емульсійних вибухових речовин змінюється не суттєво, що дозволяє зберегти стабільність їхніх детонаційних характеристик.

Ключові слова: газогенерація, концентрація іонів водню, щільність, розчин нітриту натрію, емульсійні вибухові речовини.

Investigated the influence the hydrogen ion concentration (pH) of the density of the emulsion explosives (EE) in hot sensitization. It is shown that the steady evolution of gas is ensured at a pH of from 2.5 to 3.5. Here the density emulsion explosives is changed slightly, allowing you to keep the stability of emulsion explosives detonation characteristics.

Key words: gas generation, hydrogen ion concentration, density, solution of sodium nitrite, the emulsion explosive substances.

Вступление. Эмульсионные взрывчатые вещества (ВВ), основанные на эмульсиях типа «вода в масле», отличаются от других водосодержащих ВВ высокой поверхностью контакта окислителя и горючего за счёт диспергирования окислителя до капель размером 5 – 10 мкм и их покрытия масляными плёнками толщиной 0,1 – 1 мкм.

В качестве окислителя в составах ЭВВ применяют аммиачную, натриевую, кальциевую селитры или их смеси. В качестве горючего используют дизельное топливо, минеральные масла и др. Оптимальное соотношение компонентов следующее: окислитель 75 – 85 %, горючее 5 – 8 %, эмульгатор до 2 %, вода – до 15 %.

В качестве сенсibilизатора применяют микросферы, гранулированную селитру, газообразующие реагенты. Наиболее экономически оправдано применение газообразующих реагентов. Следует отметить, что эмульсия без сенсibilизатора не является взрывчатым веществом (ВВ) [1]. В таблице 1 приведены основные характеристики эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ), таких, как анемикс и эмонит.

Интенсивные исследования по теории детонации, проведённые в XX веке, позволили разработать целый класс ЭВВ.

Полости, которые образуются в эмульсии при горячей и холодной химической сенсibilизации в виде газовых пузырьков, являются критическими для детонации. Ударная волна сжимает полости, давление при этом достигает до 200 тыс. атм. Компрессия полостей генерирует горячие точки, образованная при этом теплота передаёт энергию вперёди фронта детонации, и затем, процесс повторяется в других полостях.

Таблица 1. Взрывчатые характеристики классических ЭВВ

Наименование показателя	Единица измерения	Анемикс, Эмонит
Кислородный баланс	%	-0,2 – 1,5
Теплота взрыва	ккал/кг	700 – 780
Температура взрыва	°С	2000 – 2100
Скорость детонации	км/с	4,8 – 5,2
Критический диаметр	мм	70 – 100

Образование газовых пузырьков одинаковых размеров (полостей) во времени является основным условием сохранения детонационных характеристик ЭВВ, т.е. его стабилизации.

Горячая газогенерация ЭВВ осуществляется в диапазоне температур от 50 до 90 °С. Для газогенерации в этом диапазоне температур используют 15% водный раствор нитрита натрия (NaNO_2). Раствор нитрита натрия добавляют в поток эмульсии в количестве от 0,8 до 2,0 %.

Водный раствор аммиачной селитры в эмульсии имеет кислый характер, так как аммиачная селитра (NH_4NO_3), – это соль сильной кислоты (HNO_3) и слабого основания (NH_4OH). Концентрация ионов водорода при этом $\text{pH} \approx 2$, т.е. эмульсия является довольно сильным окислителем. При добавлении водного раствора нитрита натрия, который является восстановителем, происходит реакция между окислителем и восстановителем с образованием газообразной фазы, т.е. с образованием газовых пузырьков. Утверждать, что

образуется только газообразный азот (N_2), практически невозможно. Это отдельный аспект исследований стадийности и механизма процесса газообразования и авторы не ставили перед собой данной цели.

Основная цель работы – исследовать условия, при которых достигается такая скорость газообразования с помощью горячей газогенерации эмульсии, когда плотность ЭВВ практически остаётся неизменной.

Материал и результаты исследований. Для исследований применялись образцы эмульсии, приготовленные по рецептуре, приведённой в таблице 2.

Таблица 2. Рецептура состава эмульсионного взрывчатого вещества

Наименование компонентов	Количество, %
Сельскохозяйственная аммиачная селитра	76,5
Вода	15
Эмульгатор Lubzizol	1,8
Веретённое масло	6,7

Образцы готовились в нержавеющей ёмкостях объёмом 3л с разным содержанием концентрации ионов водорода (рН), который изменялся в следующих интервалах: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0. Перемешивание осуществляли при помощи лабораторного смесителя со скоростью вращения до 600,0 об/мин. до постоянной вязкости, которую измеряли при помощи вискозиметра. Значения рН эмульсии измеряли при помощи лакмусовой бумаги и регулировали его добавлением раствора азотной кислоты (HNO_3) или раствора щёлочи ($NaOH$).

Отдельно в стеклянной ёмкости объёмом 1л готовился 15% водный раствор нитрита натрия. Образцы эмульсии подогревались до температуры 60°C. Газогенерирующий раствор нитрита натрия в количестве 1,5 % быстро смешивался в стеклянной чаше с эмульсией вручную. Стеклянная чаша предварительно взвешивалась и определялся её объём. В процессе газогенерации эмульсия значительно увеличивалась в объёме и пенилась. Через 30 минут, когда объём стабилизировался и переставал изменяться, эмульсия и чаша взвешивались и рассчитывалась плотность ЭВВ исходя из массы эмульсии в чаше и известного объёма чаши.

Такую последовательность в определении плотности ЭВВ проводили с эмульсией при вышеуказанных значениях её рН, т.е. при значениях рН эмульсии 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0.

По результатам исследований построена зависимость изменения плотности (ρ) ЭВВ от рН эмульсии (рис. 1).

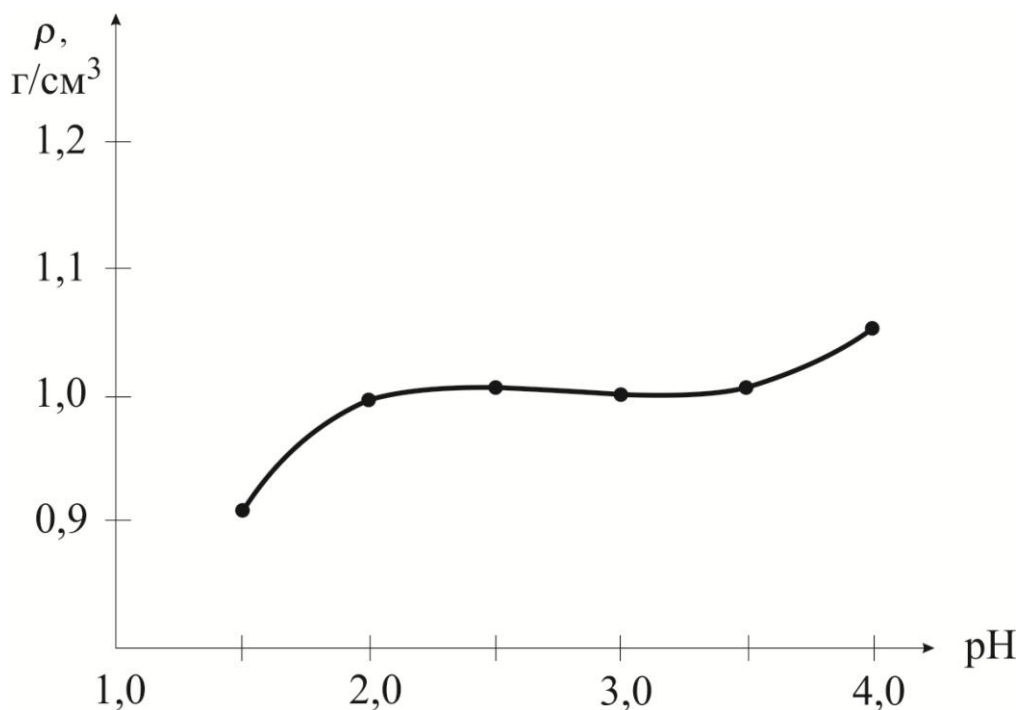


Рис. 1. Влияние рН эмульсии на плотность ЭВВ

Как следует из графика, незначительное изменение плотности при газификации эмульсии со значениями рН от 2,5 до 3,5 раствором нитрита натрия подтверждает, что при данных значениях рН происходит практически равномерное выделение газообразной фазы. Такая скорость газообразования позволяет получить качество ЭВВ, которое обуславливает постоянство детонационных характеристик в диапазоне рН, равном 2,5 – 3,5, т.е. их стабильность.

Выводы

Исследования, проведённые при разных значениях рН эмульсии и её горячей газификации нитритом натрия, показали, что полученное ЭВВ наиболее стабильно при значениях рН 2,5 – 3,5. В этом диапазоне рН практически не изменяется плотность ЭВВ, т.е. происходит равномерное образование газообразной фазы.

Список использованных источников

1. Ishhenko N. I. Razrabotka receptury, sredstv, tehnologii prigotovlenija i ispol'zovanija promyshlennogo JeVV – jemonit / N.I. Ishhenko, V.F. Monakov, O.I. Makarov // Вjulleten' USIV. – 2008. – № 1. – S. 8 – 16.

Статья поступила в редакцию 19.12.2013 г.