

УДК 622.215

А. А. Каряченко, Ю. В. Манжос, Ф. Н. Галиакберова

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Донецк, Украина

Влияние содержания эмульгатора на средний размер частиц эмульсии и время эмульгирования

В статье рассмотрены основные положения об эмульсиях, их типы и получение. Выявлена зависимость размеров частиц эмульсии для изготовления эмульсионного взрывчатого вещества и времени эмульгирования от процентного содержания эмульгатора. Выбран оптимальный состав эмульсии.

Ключевые слова: эмульсия, эмульгатор, состав.

Введение. Применение тротилсодержащих ВВ для ведения взрывных работ запрещено практически во всем мире ввиду токсичности как самого тротила, так и продуктов детонации тротилсодержащих ВВ (NO_x , CO_2). Наиболее оптимальной заменой для них являются эмульсионные ВВ (ЭВВ).

Украина по внедрению ЭВВ отстает от большинства стран СНГ – таких как Россия, Узбекистан, Казахстан, Киргизия [1]. Таким образом, жители горнодобывающих регионов Украины продолжают испытывать дополнительную экологическую нагрузку. В настоящее время назрела необходимость в создании экологически чистых взрывчатых веществ с малой чувствительностью к механическим воздействиям.

Анализ последних исследований и публикаций показал, что эмульсионные взрывчатые вещества при взрыве выделяют в десять раз меньше газов по сравнению с тротилом, они водоустойчивы, что полностью исключает загрязнение грунтовых вод. Кроме того, использование ЭВВ способно исключить возможности совершения диверсий или несчастных случаев во время транспортировки (эмульсионное взрывчатое вещество как конечный «взрывной продукт» образуется только в заряженных скважинах). Компоненты взрывного вещества, перевозимые к месту проведения взрывов на специальных машинах, не являются взрывоопасными. Похищать готовые ЭВВ в случае их отказа при ведении взрывных работ бессмысленно, так как они имеют весьма непродолжительный срок хранения.

Целью работы является выявление зависимости размеров частиц эмульсии для изготовления ЭВВ и времени эмульгирования от процентного содержания эмульгатора.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- собрать установку для приготовления эмульсии;
- определить время эмульгирования в зависимости от количества эмульгатора;
- изучить полученные эмульсии с помощью микроскопа;
- выбрать оптимальное содержание эмульгатора.

Материалы исследований. Эмульсии – это микрогетерогенные системы, состоящие из двух практически взаимно нерастворимых жидкостей, которые очень сильно отличаются друг от друга по характеру молекул. Если одна из жидкостей является полярной, например вода, то вторая должна быть неполярной или малополярной, например, органическая жидкость [2].

Малополярные органические жидкости - бензол, бензин, керосин, анилин, масло и др., независимо от их химической природы, называются маслом.

Основные типы эмульсий:

- прямые, с каплями неполярной жидкости в полярной среде (типа «масло в воде»);
- обратные (типа «вода в масле»).

Бывают также «множественные» эмульсии, в которых капли дисперсной фазы являются в то же время и дисперсной средой для более мелких капелек.

По размеру капель эмульсии делят на две группы, лиофильные – высокодисперсные системы, размер капель не превышает 10^{-5} см, и лиофобные – грубодисперсные системы, размер капель лежит в пределах 10^{-5} – 10^{-2} см [3].

По агрегатной устойчивости эмульсии также делятся на две группы, разбавленные – концентрация дисперсной фазы меньше 1 %; и концентрированные – концентрация дисперсной фазы превышает 1 %.

Тип и свойства эмульсии зависят от состава и соотношения жидких фаз, химической природы и количества эмульгатора, способа и температуры эмульгирования и других факторов.

В технике имеется большое число механизмов, где диспергирование осуществляется благодаря разбиванию больших капель на более мелкие или растяжением жидкости в пленку, которая дает массу мелких капелек.

Эмульгирование, как и всякое дробление, связано с увеличением поверхности раздела фаз и сопровождается поглощением энергии. Образующаяся при этом новая поверхность является носителем поверхностной энергии, которая зависит от площади поверхности и межфазного поверхностного натяжения. Чем больше поверхность раздела фаз, тем больше ее избыточная свободная энергия, концентрирующаяся на этой поверхности. Такие системы термодинамически неустойчивы, и в них самопроизвольно протекают процессы, ведущие к уменьшению свободной энергии и к снижению дисперсности системы за счет слияния капель. В конечном итоге это приводит к расслоению эмульсии.

Для сохранения агрегативной устойчивости эмульсии необходимо сохранить достигнутую максимальную дисперсность, понизив величину поверхностного натяжения и, тем самым, избыток поверхностной энергии до ее минимального значения. Это возможно сделать с помощью введения веществ, обладающих поверхностно-активным действием, – эмульгаторов.

Эмульгаторы накапливаются на поверхности раздела, образуя адсорбционную пленку, определяющую устойчивость эмульсии. Молекулы эмульгатора располагаются на границе фаз полярной частью к водной фазе, а неполярной – к маслу. Тип образующейся эмульсии определяется свойствами эмульгатора. Если эмульгатор лучше растворяется в воде, чем в масле, то образуется эмульсия типа «масло в воде», в обратном случае – «вода в масле». Способность эмульгаторов к стабилизации эмульсий обычно характеризуется гидрофильно-липофильным балансом (ГЛБ), т.е. соотношением между гидрофильной и гидрофобной частью молекулы. Если в эмульгаторе преобладают гидрофильные группы, его ГЛБ будет иметь значение в пределах 8–13, такой эмульгатор растворим в воде, поэтому образуемая им эмульсия будет типа «масло в воде». Малорастворимый в воде эмульгатор со значением ГЛБ в пределах 3–6 образует эмульсию типа «вода в масле». Если в молекуле содержится примерно одинаковое количество гидрофильных и гидрофобных частей, то эмульгатор способен образовывать эмульсии обоих типов [3].

Все эмульгаторы по молекулярной структуре и свойствам могут быть разделены на ионогенные и неионогенные.

Ионогенные могут быть анионоактивными, диссоциирующими в воде (гидрофильная часть молекулы несет отрицательный заряд – мыла, альгинаты); катионоактивными (гидрофильная часть молекулы несет положительный заряд – четвертичные аммониевые соли) и амфотерными (заряд изменяется в зависимости от pH раствора – белки, желатин, казеин и др.).

Неионогенные эмульгаторы представляют собой вещества, молекулы которых не диссоциируют в растворах (холестерин, твины, жирные спирты, целлюлоза и ее производные, растительные слизи, пектиновые вещества и др.).

По типу образуемых эмульсий эмульгаторы делятся на:

- гидрофильные, образующие эмульсии типа «масло в воде» (белки, камеди, слизи, крахмал, декстрин, агар-агар, сапонины, танин, многие растительные экстракты, соли желчных кислот, щелочные мыла, лецитин, твины, поливинилпирролидон, натрий-карбоксиметилцеллюлоза и др.);
- олеофильные, образующие эмульсии типа «вода в масле» (мыла двух- и трехвалентных металлов, стерины, смоляные мыла, амиды жирных кислот, высокомолекулярные одноатомные спирты и др.).

По механизму действия эмульгаторы подразделяются на:

- собственно поверхностно-активные вещества (ПАВ) – стабилизируют эмульсии за счет резкого уменьшения поверхностного натяжения на границе фаз;
- гелеобразователи – стабилизируют эмульсии путем образования прочных адсорбционных пленок на межфазной границе;
- эмульгаторы смешанного действия.

На рисунке 1 представлена схема действия эмульгатора.

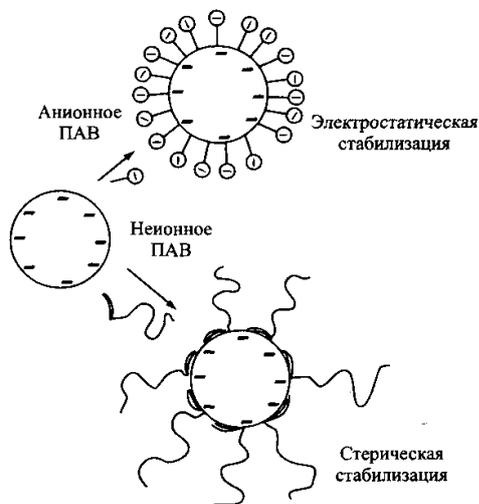


Рис. 1. Электростатическая и стерическая стабилизация эмульсии поверхностно-активными веществами

Для приготовления эмульсии в работе использовались такие приборы и материалы: смеситель типа «Блендер», печь электрическая бытовая, термометр, весы технические с набором разновесов, стаканы химические, объемом 150, 200, 300, 1000 мл, секундомер, вода дистиллированная, аммиачная селитра ГОСТ 2-85, масло промышленное ГОСТ 20799, эмульгатор «Лубризол» ТУ 7511903-631. Эмульсия состоит из окислителя (содержание воды дистиллированной 15% или 150 г, аммиачной селитры – 79% или 790 г, при условии, что масса готовой эмульсии составляет 1 кг) и горючей фазы (6%)

Составы горючих фаз приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Компонентный состав горючих фаз

Порядковый номер	Компонент			
	Масло промышленное		Эмульгатор «Лубризол»	
	%	Г	%	Г
1	3,5	35	2,5	25
2	4,0	40	2,0	20
3	4,5	45	1,5	15
4	5,0	50	1,0	10
5	5,5	55	0,5	5
6	5,7	57	0,3	3
7	5,8	58	0,2	2

Эксперимент осуществляется проведением ряда последовательных операций.

Смешение селитры с водой происходит следующим образом: в 150 г воды растворяется 790 г аммиачной селитры при постоянном перемешивании и нагревании раствора от 20 °С до 90°С.

Поскольку реакция образования аммиачной селитры протекает бурно с выделением большого количества тепла: $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + Q$, то при ее растворении происходит значительное поглощение энергии.

Отдельно происходит смешение промышленного масла с эмульгатором «Лубризол» согласно таблице 1. Процесс происходит при нагревании до температуры порядка 80-85°С. Время смешения составляет 5 минут.

Затем оба раствора смешиваются и определяется время эмульгирования с помощью секундомера. В зависимости от количества эмульгатора изменяется время эмульгирования (таблица 2).

Таблица 2 – Время эмульгирования при различном количестве эмульгатора

Порядковый номер	Содержание эмульгатора «Лубризол», %	Время эмульгирования, мин
1	2,5	6,59
2	2,0	7,15
3	1,5	7,36
4	1,0	8,17
5	0,5	9,59
6	0,3	10,38
7	0,2	Эмульсия не образовалась

Графическая зависимость времени эмульгирования от содержания эмульгатора представлена на рисунке 2.

Из полученного графика видно, что чем больше содержание эмульгатора, тем быстрее происходит эмульгирование, оптимальное содержание «Лубризола» составляет около 2%.

При содержании «Лубризола» 0,2% эмульгирование не происходит. Смесь разделяется на 3 слоя: сверху – масло, поскольку его плотность составляет $0,8 - 0,9 \frac{г}{см^3}$, затем – насыщенный водный раствор NH_4NO_3 , а на дне – кристаллы селитры, их плотность составляет $1,56 - 1,74 \frac{г}{см^3}$ в зависимости от модификации.

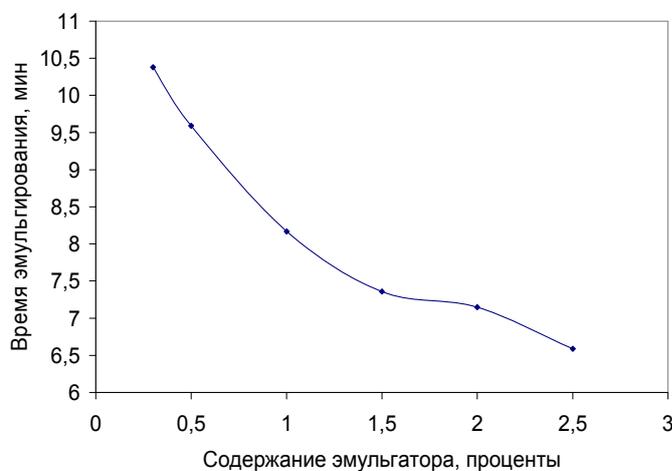


Рис. 2. Влияние времени эмульгирования на содержание эмульгатора

Полученные эмульсии исследовались под микроскопом при увеличении в 400 раз с фиксированием размеров частиц эмульсий по измерительной шкале микроскопа. Средний размер частиц эмульсии при различном количестве эмульгатора приведен в таблице 3.

Эмульсия с двухпроцентным содержанием эмульгатора представлена на рисунке 3.

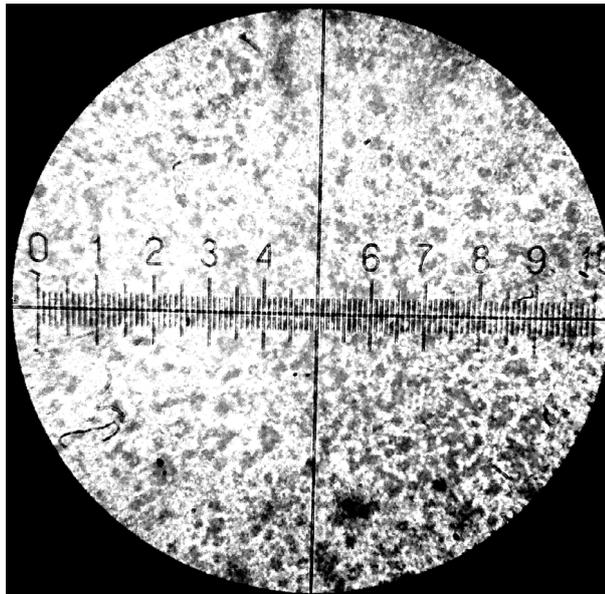


Рис. 3. Вид емульсії «вода в маслі»

Таблиця 3 – Середній розмір частиць емульсії при різному кількості емульгатора

Содержание эмульгатора «Лубризол», %	Средний размер частиц эмульсии, мкм
2,5	1
2,0	2
1,5	3-6
1,0	5-9
0,5	15
0,3	18
0,2	–

Графическая зависимость средних размеров частиц эмульсии от содержания эмульгатора представлена на рисунке 4.

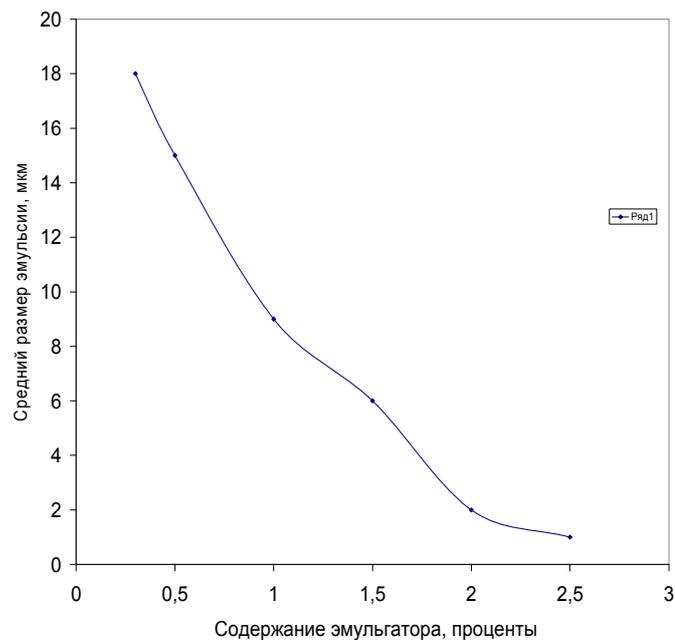


Рис. 4. Влияние средних размеров частиц эмульсии на содержание эмульгатора

При содержании эмульгатора 2,5% эмульсия наиболее мелкодисперсная (средний размер частиц эмульсии составляет 1 мкм). При уменьшении его содержания размер частиц увеличивается и достигает 18 мкм.

Выводы

В ходе работы разработана методика и получена эмульсия типа «вода в масле».

Изучено влияние количества эмульгатора на время эмульгирования. Выявлено, что при содержании «Лубризола» < 0,2%, эмульгирование не происходит.

Определено оптимальное содержание эмульгатора – 2%, позволяющее получить оптимальный средний размер частиц эмульсии и малое время эмульгирования.

В дальнейшем работа будет продолжена с применением других эмульгаторов и их смесей для получения наиболее оптимальных эмульсионных составов.

Библиографический список

1. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2008/feht/reznichenko/library/index6.htm>.
2. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. - [2-е изд.]. - М., 1975. - С. 367—81.
3. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://ru.teplowiki.org/wiki/Эмульсия>.
4. Эмульсии / под редакцией Ф. Шермана; пер. с англ. под ред. А. А. Абрамзона. - Л.:Изд-во «Химия», 1972. - С. 448.

Надійшла до редакції 27.03.2012

А. А. Каряченко, Ю. В. Манжос, Ф. Н. Галиакберова

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», Донецьк, Україна

Вплив вмісту емульгатора на середній розмір часток емульсії та час емульгування

У статті розглянуто основні положення про емульсії, їх типи і здобуття. Виявлена залежність розмірів часток емульсії для виготовлення емульсійної вибухової речовини і часу емульгування від процентного вмісту емульгатора. Обрано оптимальний склад емульсії.

Ключові слова: емульсія, емульгатор, склад.

A. Karyachenko, Y. Mangos, F. Galiakberova

Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine

Emulsifier Content Influence on the Average Size of Emulsion Particles and Emulsification Time

The article considers the basic notions about emulsions, their types and the ways of their production. Our study confirmed the dependence of emulsion particles sizes and emulsification time on emulsifier content. Optimal composition of the emulsion was selected.

Key words: emulsion, emulsification, composition.