

ческая, 1, Бийск, 659322, Россия. Тел.(факс) (3854) 305937.

**Ильясов Дмитрий Сергеевич**, младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), il.dmitriy.scientist@mail.ru, ул. Социалистическая, 1, Бийск, 659322, Россия. Тел. (3854) 301980.

**Казанцев Игорь Владимирович**, научный сотрудник лаборатории синтеза высокоэнергетических соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем

химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН), nitroigor@mail.ru, ул. Социалистическая, 1, Бийск, 659322, Россия. Тел (3854) 30-19-80.

**Аверин Артем Александрович**, начальник бригады оис-4 ОАО «ФНПЦ «Алтай», arawia@mail.ru, (3854) 301774, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.

**Шатный Михаил Васильевич**, начальник лаборатории 105 ОАО «ФНПЦ «Алтай», post@frpc.secna.ru, (3854) 301832, 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1.

УДК 622.235

## ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭМУЛЬСИОННЫХ МАТРИЦ НА ОСНОВЕ ЛУЧШИХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ЭМУЛЬГАТОРОВ

Е.А. Петров, А.А. Казаков, П.Г. Тамбиев, А.Е. Франк

*Приведены сравнительные результаты исследований по эмульгирующей способности эмульгаторов марок РЭМ-2 (Россия), СПАН-80 (Китай), П (Казахстан). Оценивались микро-структура, электроемкость, жизнеспособность, термическая стабильность эмульсионных матриц. Лучшие результаты получены на эмульгаторе РЭМ-2.*

*Ключевые слова: эмульсионная матрица, ВВ, эмульгатор, электроемкость, жизнеспособность, микроструктура, термическая стабильность, эмульгирующая способность.*

Эмульсионные промышленные ВВ прочно вошли в практику взрывных работ во всех горнодобывающих странах и с успехом используются уже более 25 лет [1,2,3]. Эмульсионная структура с наноразмерной пленкой горючего на высокодисперсных частицах насыщенного раствора окислителя обеспечивает ВВ высокие взрывчатые и водостойчивые характеристики, низкую чувствительность к механическим и тепловым воздействиям. При этом взрывчатые и физико-механические характеристики эмульсионных матриц (ЭМ) во многом определяются составом эмульгатора, применяемого при их производстве.

В данной работе исследовались физико-механические характеристики ЭМ типа «порэмит», полученных на лучших эмульгаторах производства России, Казахстана, Китая. Применялись эмульгаторы следующих марок:

– полимерный марки РЭМ-2, ТУ 7511903-631-93 (Россия);

– пигментный марки «П» СТ ТОО 38441379-01-2006 (Казахстан);

– полимерный марки СПАН-80 (Китай).

Оценивались следующие физико-механические характеристики ЭМ:  
– микроструктура – методом оптической микроскопии при увеличении в 400 раз;  
– электроемкость – по методике ГосНИИ «Кристалл» при комнатной температуре [4];  
– жизнеспособность – по изменению электроемкости при комнатной температуре после циклических нагружений «тепло - холод» [4];  
– термическая стабильность – методом дифференциального термогравиметрического анализа на термоанализаторе

DTG-60 фирмы «SHUMADZU». Эмульсионные матрицы готовились в лабораторном смесителе при температуре 80 °С с применением двухъярусной мешалки турбинного типа. Скорость вращения 3000 об/мин. Составы ЭМ и результаты исследований по электроемкости приведены в табл.1 Маркировка составов приведена в соответствии с маркой применяемого эмульгатора.

Таблица 1  
Составы и электроемкость

Содержание компонента, %	СПАН	СПАНВ	РЭМ	П	ПВ	П <sub>10,5</sub>	ПВ <sub>10,5</sub>
Аммиачная селитра	79	79	79	79	79	77	76,5
Вода	14	13,5	14	14	13,5	12,5	12,5
Воск	–	0,5	–	–	0,5	–	0,5
Эмульгатор	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,25	2,25
Диз. топливо	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	8,25	8,25
Электро - емкость, пФ	280	144	142	280	180	150	127

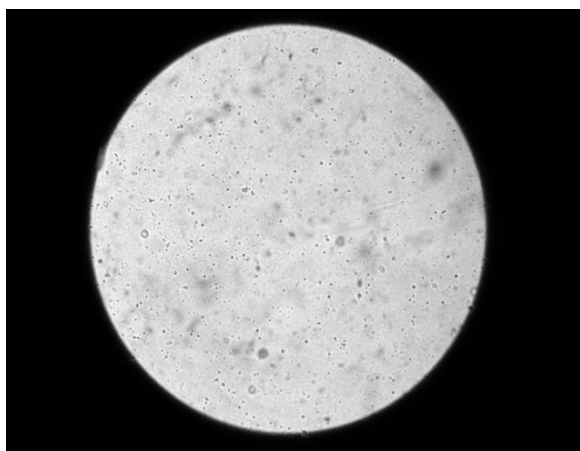


Рисунок 1 – Микроструктура СПАН

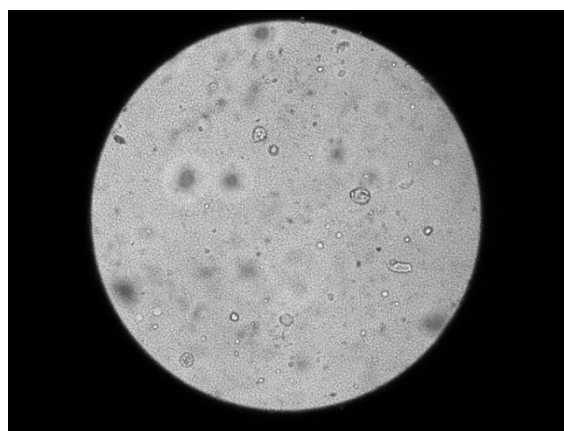


Рисунок 2 – Микроструктура РЭМ

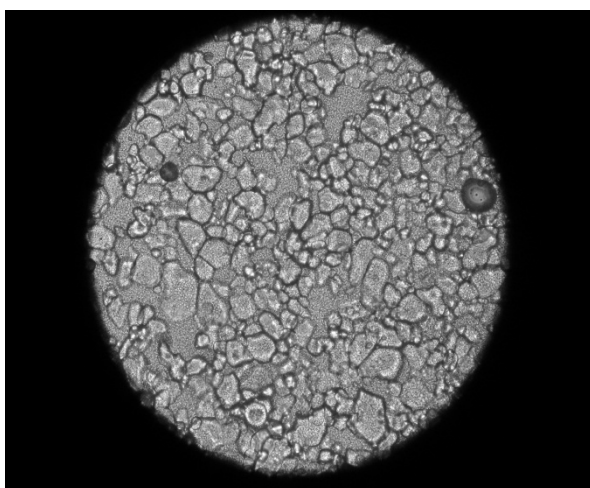


Рисунок 3 – Микроструктура П

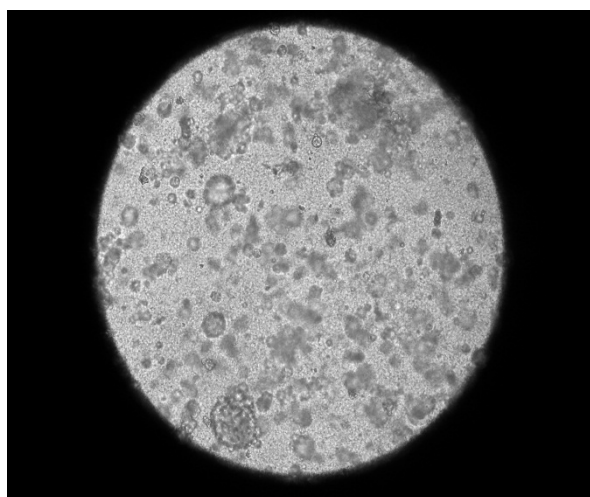


Рисунок 4 – Микроструктура ПВ

Таблица 2 – Жизнеспособность ЭМ

Количество циклов	Электроемкость, пФ				
	СПАНВ	РЭМ	ПВ	П <sub>10,5</sub>	ПВ <sub>10,5</sub>
0	144	142	180	150	127
1	175	150	208	190	136
2	232	156	230	210	139
3	259	180	290	328	164
4	300	180	300	350	164
5	300	170	336	360	156
6	285	168	380	360	155

При равных составах и условиях эксперимента лучшие результаты по электроемкости получены на РЭМ. В этих условиях требуемое качество ЭМ на СПАН и П не достигается, так как полученные значения электроемкости превышают предельное значение 250 пФ. При добавлении воска, повышающего эмульгирующую способность эмульгатора, электроемкость СПАНВ примерно сравнялась с электроемкостью РЭМ и несколько улучшилась для П. Результаты по электроемкости согласуются с оптическими исследованиями микроструктуры ЭМ (рис. 1 - 4). Наиболее крупнодисперсная структура получается на П. При добавлении воска в состав снижается размер частиц эмульсии и, как следствие, снижается ее электроемкость. При увеличении в составе П эмульгатора и горючей фазы, электроемкость П<sub>10,5</sub> сравнялась со значениями для СПАНВ и при дальнейшем добавлении воска (ПВ<sub>10,5</sub>) достигает качества РЭМ. Аналогичная картина наблюдается для результатов по жизнеспособности ЭМ (табл. 2). РЭМ выдерживает не менее 6 циклов, что соответствует примерно 6 месяцам гарантийного срока хранения ВВ. Живучесть СПАНВ и ПВ не превышает двух циклов и повышается при увеличении содержания эмульгатора или горючей фазы в составе ЭМ.

Результаты исследования термической стабильности показали следующее. При нагревании до 500 °С основная потеря массы для всех образцов, связанная с химическим взаимодействием компонентов ЭМ наблюдается в диапазоне 200 °С с максимумом тепловыделения при 240 °С. На начальной стадии нагрева до 200 °С, где потеря массы образцов

обусловлена испарением воды и дизельного топлива, имеются различия. Потеря массы выше в образцах более низкого качества, т.е. в ЭМ, имеющих более высокую электроемкость и крупнозернистую структуру. Так, потеря массы для РЭМ составляет 10 %, а для П – 18%.

### ВЫВОДЫ

Исследования по эмульгирующей способности эмульгаторов П, РЭМ, СПАН -80 показали, что в равных условиях эксперимента более высокие физико - механические характеристики и качество ЭМ достигается на РЭМ. Для достижения такого же качества ЭМ на СПАН и П необходимо повысить содержание эмульгатора или горючей фазы в составе.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соснин В.А. Мировые тенденции развития промышленных взрывчатых веществ. // Взрывное дело. – № 107/64. - М. – 2012. - С. 107-121.
2. Тамбиев Г.И., Ольшанский Е.Н. Развитие производства промышленных ВВ и их применение в НПП «Интеррин». // Взрывное дело. – № 98/55. – М. – 2007. - С. 192-203.
3. Ильин . В.П, Валешный С.И., Соснин В.А. Эмульсионные промышленные взрывчатые вещества в России // Взрывное дело. – №108/65. - М. – 2012. - С. 174-190.
4. Колганов Е.В., Соснин В.А. Эмульсионные промышленные взрывчатые вещества // Дзержинск, Нижегородской обл., Издательство ГосНИИ « Кристалл». - 2009. – 592 с.

**Петров Евгений Анатольевич**, д.т.н., начальник 34 отдела, Открытое акционерное общество «Федеральный научно-производственный центр «Алтай» (ОАО «ФНПЦ «Алтай»), г. Бийск, ул. Социалистическая, 1, 659322, E-mail: post@frpc.secna.ru, т. (3854)305922

**Казаков Александр Алексеевич**, ведущий инженер 34 отдела Открытого акционерного общества «Федеральный научно-производственный центр «Алтай» (ОАО «ФНПЦ «Алтай»), г. Бийск, ул. Социалистическая, 1, 659322, E-mail: post@frpc.secna.ru, т. (3854)301437

**Тамбиев Петр Геннадьевич**, к.т.н., зам. гене-

рального директора ТОО «Научно-производственное предприятие «Интеррин», г. Алматы, Республика Казахстан, пр-кт Абая, 191, тел. (727)3765301. E-mail: interrin@yandex.ru

**Франк Александр Александрович**, ведущий инженер ТОО «Научно-производственное предприятие «Интеррин», г. Алматы, Республика Казахстан,

УДК 544.772.3:519.87

## ИСПАРЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ВОДНОГО АЭРОЗОЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ УСЛОВИЯХ

О.Б. Кудряшова, А.А. Антонникова, Н.В. Коровина, Б.И. Ворожцов

*В работе рассматривается испарение водных аэрозолей с характерными размерами частиц, порядка единиц микрометров и менее в различных внешних условиях (влажности и температуре окружающей среды). Физико-математическая модель испарения учитывает зависимость этого процесса от размера частиц, их физико-химических свойств и параметров окружающей среды. Приводятся экспериментальные результаты, полученные с помощью оптических методов измерений дисперсных параметров и концентрации водных аэрозолей.*

*Ключевые слова: мелкодисперсный водный аэрозоль, распределение частиц по размерам, испарение.*

### ВВЕДЕНИЕ

Аэрозоли на основе воды и водных растворов находят широкое применение при пожаротушении, осаждении дымов и пылей, в медицине (ингаляции, дезинфекция) и т.д. Особенно большой интерес вызывают мелкодисперсные аэрозоли. В частности, при ингаляции наибольший терапевтический эффект оказывают аэрозоли с диаметром частиц, меньше микрометра. При этом важным практическим вопросом является время «жизни» таких аэрозолей, поскольку чем меньше размер капли, тем быстрее она испаряется благодаря более развитому теплообмену с ее поверхности.

Цель данной работы – экспериментальное исследование испарения водных аэрозолей при различных внешних условиях: влажности и температуре окружающей среды. При этом измерялись дисперсные параметры и концентрация капель аэрозоля в зависимости от времени.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Для проведения исследований влияния температуры и влажности дисперсной среды на эволюцию параметров жидко-капельного аэрозоля была использована испытательная климатическая камера (рисунок 1).

Создание положительной избыточной

температуры в камере осуществляется при помощи нагрева и вентиляции. В качестве нагревательного элемента выступает электрический калорифер мощностью 4,5 Вт. Воздухообмен в камере осуществляется системой вентиляции на базе канального вентилятора с производительностью 400 м<sup>3</sup>/ч, а также при помощи испарителя системы охлаждения. Измерение и регулирование температуры осуществляется блоком управления систем вентиляции и кондиционирования NED ACE222 с контроллером Siemens RLU2xx.

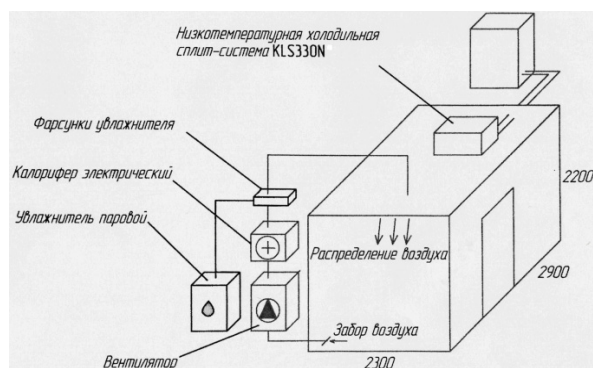


Рисунок 1 – Блок-схема климатической испытательной камеры (размеры на рисунке приведены в мм)