

вязкость смеси. На рисунке 4 представлены зависимости коэффициентов сопротивления сыпучей массы при перемешивании хлористого натрия в лопастном смесителе при использовании рамной и лопастной мешалок. Анализ зависимостей показывает, что с увеличением частоты вращения мешалок коэффициент сопротивления значительно уменьшается, что связано с переводом перемешиваемой среды в псевдооживленное состояние. При малых частотах свойства среды существенно влияют на режимные параметры процесса.

В результате проведенного исследования определены режимы перемешивания сыпучих материалов в лопастном смесителе. Разработана методика определения мощности затрачиваемой на перемешивание компонентов смеси. Получены зависимости мощности, которые позволяют оценить реологические характеристики перемешиваемого

материала и получаемой смеси компонентов в лопастном смесителе. Разработаны конструкции установок, содержащих лопастной смеситель периодического действия с вертикальным и горизонтальным исполнением перемешивающего устройства, для исследования процесса смешивания порошкообразных и жидких компонентов применительно к производству угленитной массы и других смесевых составов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубнов Л.В., Бахаревиц Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. – М.: Недра, 1973. – 320 с.
2. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

А.А. Кухленко, М.С. Василишин, С.Е. Орлов, И.Р. Ахмадеев, Б.И. Ворожцов

*Исследован процесс приготовления низкоконцентрированных эмульсий в роторно-пульсационном аппарате. Представлены результаты исследований фракционного состава полученных эмульсий.*

В настоящее время эмульсионные составы широко применяются в различных отраслях современной промышленности, используются во многих технологиях. Поэтому изучение процесса эмульгирования, разработка нового типа высокоэффективного оборудования и определение оптимального технологического режима его использования при обработке различных систем – одна из важнейших задач современной науки и техники. Одним из представителей такого оборудования являются роторно-пульсационные аппараты (РПА), позволяющие получать тонкодисперсные и практически однородные эмульсии.

Целью данного исследования: изучение дисперсного состава эмульсий, получаемых в РПА, и установление степени влияния на него некоторых режимных параметров процесса

и физико-химических свойств обрабатываемых жидкостей.

Эксперименты по эмульгированию проводили на установке, схема которой представлена на рисунке 1. Принцип работы установки и геометрия рабочих органов РПА ранее была описана в работе [1].

Исследовали образование эмульсий типа «вода - масло». В качестве сплошной фазы использовали воду и смесь воды с глицерином, а в качестве дисперсной фазы – олеиновая кислота и циклогексан. Во всех сериях опытов концентрация эмульсии не превышала 2,5% масс. Физико-химические свойства дисперсной фазы представлены в таблице 1.

Компоненты эмульсии предварительно смешивали в емкости 2 с целью создания «грубой» дисперсии, после чего ее подверга-

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

ли обработке в РПА. Через фиксированный интервал времени (60 мин) проводился отбор проб приготовленной эмульсии. Размеры капель определялся микрофотографическим методом с помощью оптического анализатора размеров частиц РІР 9.1. Для получения достоверных данных в каждой пробе оценивался диаметр более 1500 капель, после чего строились экспериментальные кривые распределения капель по размерам. Время между отбором пробы и ее анализом не превышало 10 минут.

Таблица 1

Физико-химические свойства исследуемых жидкостей [2].

Название	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость, Па·с	Поверхностное натяжение, Н/м
Вода	998	10 <sup>-3</sup>	–
Вода+глицерин (объемное соотношение 135:1)	999	10 <sup>-2</sup>	–
Олеиновая кислота	890,6	0,25·10 <sup>-3</sup>	0,0333
Циклогексан	778,6	0,97·10 <sup>-3</sup>	0,02495

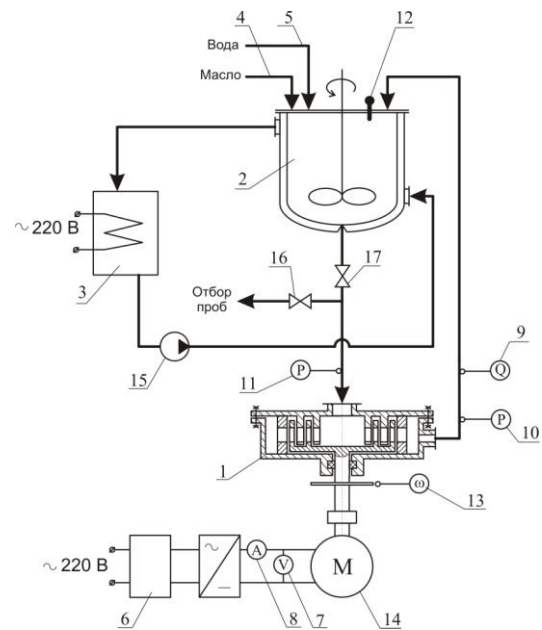


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки: 1 – РПА; 2 – емкостной аппарат с тихоходной мешалкой; 3 – термостат; 4, 5 – подводящие трубопроводы для загрузки дисперсной и сплошной фаз; 6 – автотрансформатор; 7 – вольтметр; 8 – амперметр; 9 – ротаметр; 10, 11 – манометры; 12 – термометр; 13 – тахометр; 14 – двигатель постоянного тока; 15 – насос; 16, 17 – вентили

Таблица 2

Режимные параметры процесса эмульгирования

№ п/п	Сплошная фаза	Дисперсная фаза	Частота вращения ротора, об/мин	Среднеарифметический диаметр капель, полученный после 60 мин обработки
1.	Вода	Олеиновая кислота	1500	1,85
2.			1200	2,84
3.			900	3,10
4.		Циклогексан	1500	3,94
5.			1200	6,40
6.			900	7,69
7.	Вода + глицерин	Олеиновая кислота	1500	2,13
8.			1200	2,24
9.			900	3,25
10.		Циклогексан	1500	2,40
11.			1200	4,47
12.			900	12,50

В таблице 2 приведены основные условия проведения экспериментов, а также результаты исследования проб после приготовления эмульсии. Результаты экспериментов представлены на рисунке 2 (а – м).

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

*ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3 2009*

1 Увеличение угловой скорости вращения ротора приводит к снижению среднего размера капель. Это объясняется тем, что увеличение угловой скорости вращения ротора приводит к росту амплитуды пульсации и более интенсивному воздействию на обрабатываемую эмульсию. Это наблюдается как

при обработке систем с низкой вязкостью (порядка  $10^{-3}$  Па·с), так и при обработке систем с более высокой вязкостью.

2 Экспериментально подтверждено результаты ранее полученных теоретических исследований для капель эмульсии.

Результаты исследований представленные в данной работе хорошо согласуются с теоретическими представлениями работ [3–5] о влиянии угловой скорости вращения двигателя, а также вязкости сплошной фазы на диаметр получаемых капель эмульсии.

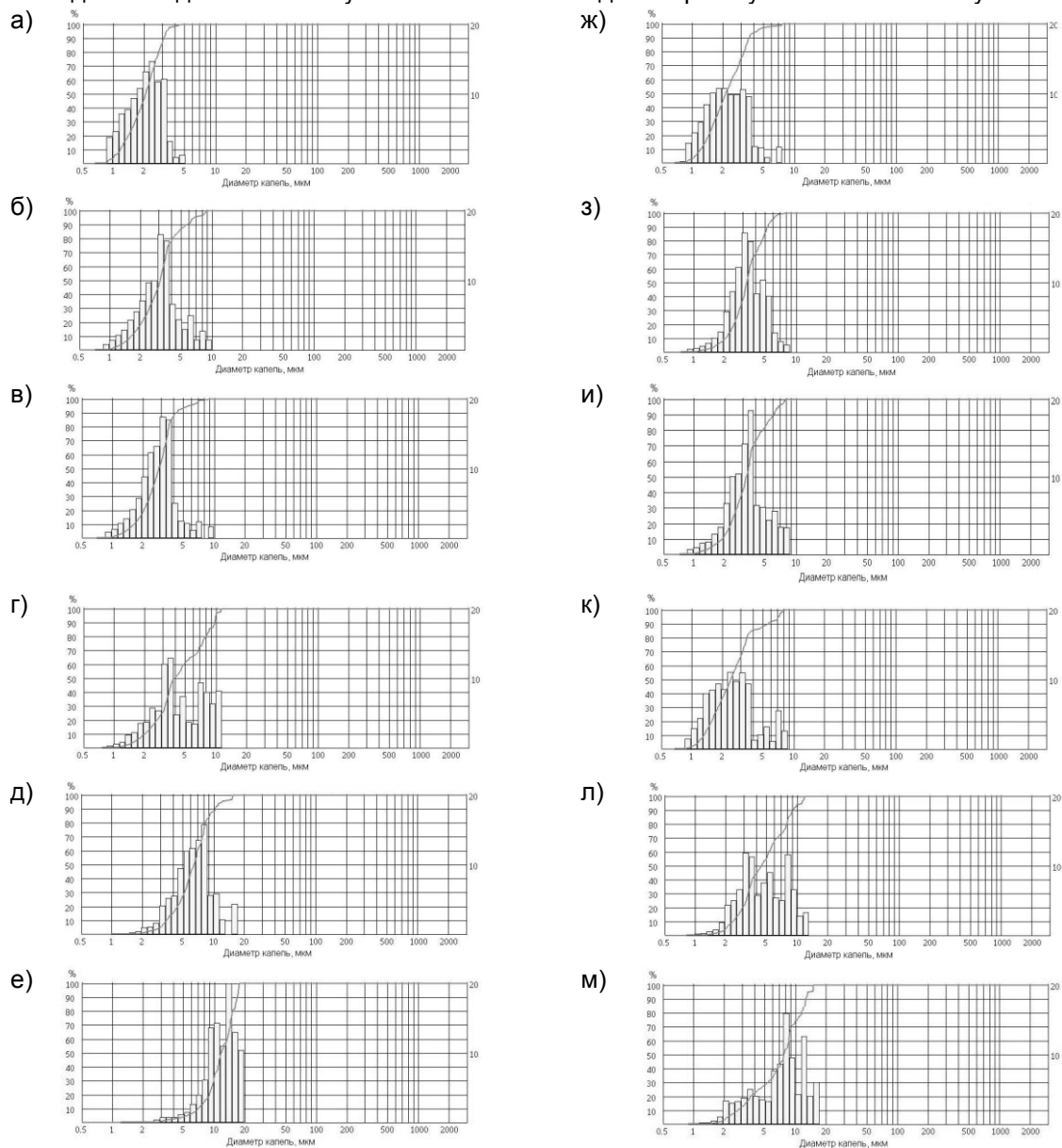


Рисунок 2. Распределение капель эмульсии по размерам: а) опыт 1; б) опыт 2; в) опыт 3; г) опыт 4; д) опыт 5; е) опыт 6; ж) опыт 7; з) опыт 8; и) опыт 9; к) опыт 10; л) опыт 11; м) опыт 12

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.А. Кухленко, М.С. Василишин, А.Г. Карпов, Н.В. Бычин // Хим. пром. сегодня. – 2008. – №1. – С.36-40.
2. Новый справочник химика технолога. Электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия. – С.-Пб.: НПО «Профессионал», 2004, 2006. –

838 с.

3. А.А. Кухленко, М.С. Василишин // Устойчивость и турбулентность течений гомогенных и гетерогенных жидкостей: сборник докладов молодежной научной конференции, г. Новосибирск, 2008. – С. 206-209.
4. А.А. Кухленко, М.С. Василишин // Перспективы создания и применения конденсированных высокоэнергетических материалов: Доклады II научно-технической кон-

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

ференции молодых ученых. – Бийск: Изд-во БТИ АлтГТУ, 2008. – С.114-118.

5. А.А. Кухленко, М.С. Василишин // Перспективы создания и применения конденсиро-

ванных высокоэнергетических материалов: Доклады II научно-технической конференции молодых ученых. – Бийск: Изд-во БТИ АлтГТУ, 2008. – С.110-114.

## ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ БАЗАЛЬТОВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.С. Татаринцева, Т.К. Углова

*Исследовано влияние гидрофобизаторов кремнийорганического ряда на водостойкость базальтОВОЛОКНИСТЫХ композиций. Показано, что гидрофобизирующая водная эмульсия "Пента-814", обладая достаточно высокой эффективностью, все же уступает кремнийорганическим жидкостям ГКЖ-10 и ГКЖ-11, повышающим водостойкость изделий при значительно меньших концентрациях в материале.*

Одним из факторов, отрицательно сказывающихся на эксплуатационных характеристиках теплоизоляционных минераловатных изделий, является влага. Переменная влажность способствует возникновению внутренних напряжений в материале преимущественно на границе контакта волоконно-связующее, что снижает прочность изделия и приводит к его разрушению. Увлажнение волокнистых материалов повышает коэффициент теплопроводности, снижая их эффективность как теплоизоляции [1].

В Институте "Термоизоляция" (г. Вильнюс) в результате изучения теплопроводности увлажненных образцов стекловолоконных и минераловатных плит с плотностью от 30 до 165 кг/м<sup>3</sup> получены аппроксимационные зависимости изменения коэффициента теплопроводности  $\lambda$  от влагосодержания  $W$  по массе  $\Delta \lambda_m = 3,64 \cdot W^{0,65}$  и объему  $\Delta \lambda_v = 20,4 \cdot W^{0,56}$ , показывающие насколько значительно влияние влаги на этот параметр [2]. Приведенные зависимости являются усредненными, так как не отражают структурных характеристик исследуемых материалов и к тому же приняты общими для стекловолоконных и минераловатных плит, однако, это обстоятельство не может быть причиной существенных погрешностей, поскольку, как показано авторами, фактор влажности отражается на теплопроводности волокнистых изделий гораздо меньше, чем для других утеплителей аналогичной плотности, а влагосодержание в условиях эксплуатации обычно невелико в силу незначительной величины их сорбционного увлажнения.

По другим данным [3] теплопроводность волокнистых изделий с ростом влажности

практически по линейной зависимости возрастает до максимального значения, близкого к теплопроводности воды – 0,59 Вт/(м·К).

Поэтому придание водоотталкивающих свойств теплоизоляционным волокнистым материалам является важнейшей задачей.

Минераловатные изделия представляют собой материал, состоящий из тонких стекловолокон, соединенных между собой связующим. Модуль кислотности волокон, как правило, выше 1,4, то есть они являются стойкими к повышенной влажности и обладают ничтожно малой гигроскопичностью. Эксплуатационная долговечность таких изделий будет определяться в основном стабильностью связующего во времени.

Один из основных способов снижения водопоглощения – введение в волокнистые композиции гидрофобизаторов. Однако, несмотря на тривиальность такого подхода к решению вопроса обеспечения водостойкости изделий, при использовании органических гидрофобизирующих добавок возникают проблемы, связанные, в первую очередь, с повышением горючести. Следовательно, выбор гидрофобизатора должен быть обусловлен его высокими водоотталкивающими свойствами при минимальном содержании в изделии.

Широко известно применение с целью повышения водостойкости материалов кремнийорганических соединений, в частности, полисиликонатов. В настоящее время российскими фирмами разработаны и производятся кремнийорганические гидрофобизаторы нового поколения. Компанией "Пента" (Москва) для минераловатных теплоизоляци-