

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ ИЗ СМЕСИ ПОЛИМЕРОВ ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДА И ПОЛИАМИДБЕНЗИМИДАЗОЛА

Таблица

Значения диэлектрической проницаемости для различных полимерных матриц

	ПАБИ	ПВДФ	ПАБИ+ПВДФ
$\epsilon$	3,75	16,5	72

В постоянном электрическом поле композиционные материалы находятся в стабильном состоянии (имеют постоянную емкость и  $\tan\delta$ ), что является положительной характеристикой материала. Существенное влияние оказывает термическое воздействие, после которого происходит увеличение тангенса потерь, но у композитов он значительно ниже, чем у чистой полимерной матрицы.

Полученная полимерная матрица из смеси полимеров ПВДФ+ПАБИ имеет существенно более высокое значение диэлектрической проницаемости, чем отдельно взятые исходные полимеры. Это позволит в дальнейшем получать полимерные композиционные материалы с высокими диэлектрическими свойствами, что является одним из необходимых условий их применения в микроэлектронике в качестве эффективных пьезодатчиков и преобразователей сигналов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев И.Ю. Электроактивные полимерные системы на основе пористых пленок поливинилиденфторида, автореферат. 2007. С.-Пб.
2. Луцейкин Г.А. // Физика твердого тела. 2006. Т.46, С. 963.
3. M.C. Branciforti, V. Sencadas, S. Lanceros-Mendez, R. Gregorio, Jr. // J. Polym. Sci. Part B: Polymer Physics. 2007. V.45, 2793.
4. Солнышкин А.В., Wegener M., Kunstler W., Gerhard-Multhaupt R. // Физика твердого тела. 2008. Т.50, вып.3, С. 542.
5. Платонова И.В., Сидоров О.В., Татарский С.А. // Физико-химии полимеров. Тверь, 2004. Вып.10, С. 34.
6. Хижняк С.Д., Маланин М.Н., Eichhorn K.-J., Пахомов П.М. // Высокомолекулярные соед. 2008. Т.50Б, №6. С.1116.
7. Желудев И.С. «Основы Сегнетоэлектричества». 1973.М., Атомиздат. С.472.
8. Naegele D., Yoon D.Y. // Appl.Phys.Lett. – 1978. – V.33. N2.- P. 132-137.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ СМЕСЕВЫХ СОСТАВОВ В ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ

В.А. Кудрявцев, Н.С. Левина, С.А. Светлов

*Исследован процесс перемешивания компонентов смесевых составов в лопастном смесителе. Рассмотрено влияние скорости вращения вала перемешивающего устройства на мощность потребляемую приводом смесителя. В результате проведенного исследования определены технологические режимы процесса перемешивания компонентов смеси. Разработана методика определения коэффициентов сопротивления перемешиваемых сред в смесителе с лопастной и рамной мешалками.*

Процесс смешивания компонентов имеет большое значение в различных отраслях промышленности при получении порошкообразных и высоковязких составов и смесей, в том числе в производстве промышленных взрывчатых веществ (ВВ). Из смесевых взрывчатых веществ наиболее широко применяются в промышленности взрывчатые вещества на основе аммиачной селитры: аммониты, аммотолы, детониты, углениты и другие ВВ [1].

Промышленные взрывчатые вещества классифицируют по области использования и

условиям безопасного их применения. К классу предохранительных ВВ, предназначенных для использования при добыче угля в угольных шахтах опасных по газу и пыли, относятся нитроглицериновые углениты марок Э-6 и № 5. Угленит Э-6 относится к ионообменным ВВ, в исходном составе не содержит нитрата аммония. Нитрат аммония образуется в ультратонкодисперсном состоянии в результате обменной реакции в процессе взрыва между нитратом натрия и хлористым аммонием, составляющим основу таких ВВ. Угленит представляет собой жирный на ощупь

не пылящий порошок белого цвета. В состав угленита марки Э-6 входят следующие компоненты: натрий азотнокислый, аммоний хлористый, натрий хлористый, натрий-карбоксиметилцеллюлоза, древесная мука, карбонат кальция, стеарат кальция или цинка, карбамид, сода кальцинированная, коллоксилин и нитроэфир.

Лопастные смесители широко используются [2] в процессах перемешивания с одновременным нагревом или охлаждением разнообразных сыпучих, волокнистых, полутвёрдых масс, паст, смесей на различных стадиях химической технологии, в том числе при получении смесей энергонасыщенных материалов. Ввиду разнообразия смешиваемых компонентов и режимов процесса, в настоящее время отсутствует апробированная методика определения длительности процесса смешивания в лопастных смесителях, время смешивания компонентов определяют в каждом отдельном случае экспериментально. Важной характеристикой работы смесителя является потребляемая приводом смесителя мощность. Для правильного выбора привода и элементов перемешивающего устройства лопастного смесителя необходимо знать, каким образом меняется затрачиваемая на перемешивание смеси мощность при изменении частоты вращения мешалок, массы загруженного в корпус смесителя материала, свойств перемешиваемых компонентов, условий дозирования дополнительно вводимых веществ и особенностей перемешивающих устройств.

На рисунке 1 приведена схема экспериментальной установки для изучения процесса смешивания сыпучих и жидких компонентов в периодическом режиме в лопастном смесителе с вертикальным расположением перемешивающего устройства. Установка состоит из смесителя 1, привода 2, рамы 3, автотрансформатора 4 и блока контрольно-измерительных приборов 5. Смеситель содержит корпус, крышку, перемешивающее устройство с лопастной мешалкой. Мешалка закреплена на валу перемешивающего устройства. Регулирование скорости вращения вала перемешивающего устройства и мешалки осуществляется автотрансформатором по показаниям тахометра. Порошкообразный материал загружается в корпус смесителя порциями через крышку. Жидкость также дозируется порционно. Важной характеристикой работы смесителя является мощность, затрачиваемая на перемешивание компонентов смеси. Во время исследований определялась мощность, потребляемая приводом переме-

шивающего устройства, и частота вращения вала мешалки.

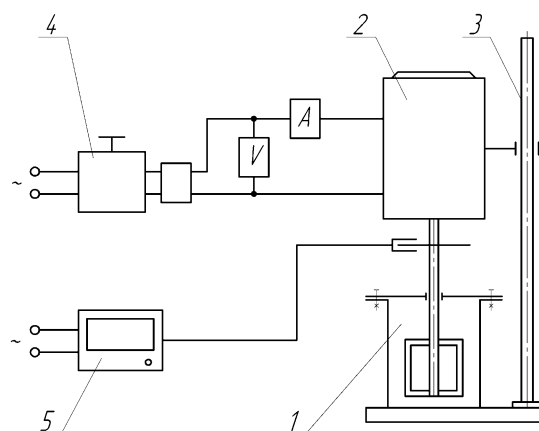


Рисунок 1. Схема установки для исследования процесса смешивания в лопастном смесителе: 1 – смеситель; 2 – привод; 3 – рама; 4 – автотрансформатор; 5 – блок приборов

Мощность, необходимая для вращения элементарной площадки в виде лопастной мешалки в перемешиваемой среде, может быть найдена из уравнения

$$N = \int_r^R dP \cdot v, \quad (1)$$

где  $dP$  – сила, действующая на элементарную площадку, Н;  $v$  – скорость вращения элементарной площадки, м/с;  $r$  – внутренний радиус лопасти мешалки, м;  $R$  – наружный радиус лопасти мешалки, м.

Сила сопротивления, действующая на элементарную площадку со стороны перемешиваемой среды, составит

$$dP = \zeta_C \cdot \rho_H \cdot b \cdot \omega^2 \cdot x^2 \cdot dx, \quad (2)$$

где  $\zeta_C$  – коэффициент сопротивления среды;  $\rho_H$  – насыпная плотность перемешиваемой среды, кг/м<sup>3</sup>;  $b$  – высота лопасти, м;  $\omega$  – угловая скорость вращения лопасти мешалки, рад/с;  $x$  – расстояние от оси до элементарной площадки, м;  $dx$  – ширина элементарной площадки, м.

Подставив уравнение (2) в уравнение (1) получим

$$N = \frac{\zeta_C}{4} z \cdot \rho_H \cdot b \cdot \omega^3 (R^4 - r^4), \quad (3)$$

где  $z$  – количество лопастей мешалки.

Исходя из типа используемого в смесителе перемешивающего устройства, уравнение (3) преобразуется к виду

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ СМЕСЕВЫХ СОСТАВОВ В ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ

$$N = \zeta_C \cdot z \cdot \rho_H \cdot \omega^3 \left[ \frac{b-2h}{4} (R^4 - r^4) + \frac{h}{2} (R^4 - r_B^4) \right],$$

где  $h$  – ширина перегородки лопасти, м;  $r_B$  – радиус вала, м.

На рисунке 2 представлены результаты исследований по определению мощности, затрачиваемой на перемешивание азотно-кислого натрия в лопастном смесителе при различной массе  $M_M$  загруженного в корпус смесителя сыпучего порошкообразного материала. Увеличение массы материала в корпусе смесителя приводит к увеличению мощности, что, видимо, связано с влиянием силы тяжести материала и силы трения, действующей на поверхности корпуса, на вращение лопастной мешалки. Вращение мешалки при загрузке корпуса сыпучим материалом более 0,3 кг на низких частотах неустойчиво с остановкой вращения вала.

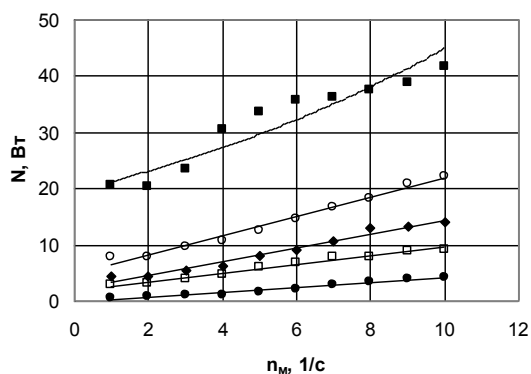


Рисунок 2. Зависимость мощности  $N$ , затрачиваемой на перемешивание сыпучего материала, от частоты  $n_M$  вращения лопастной мешалки при различной массе загруженного в корпус смесителя сыпучего материала:

- –  $M_M = 0,15$  кг; □ –  $0,20$  кг; ◆ –  $0,25$  кг;
- –  $0,30$  кг; ■ –  $0,35$  кг

Влияние типа мешалки на характер перемешивания натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы показано на рисунке 3. Использование лопастной мешалки увеличивает потребляемую приводом мощность на 20...30 % по сравнению с рамной мешалкой. Масса загрузки корпуса составляла 0,02 кг, т.е. примерно на порядок меньше, чем при загрузке азотнокислым натрием. При этом значения мощности для двух сред соизмеримы, что можно объяснить различиями физико-механических свойств частиц перемешиваемых сыпучих материалов.

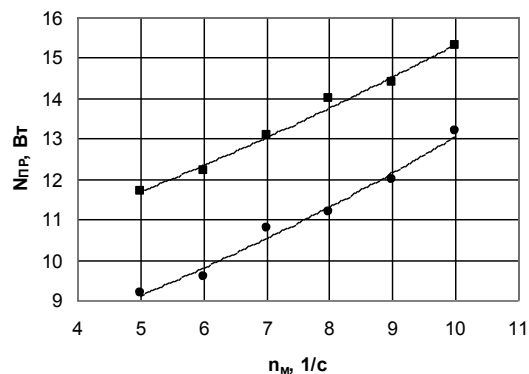


Рисунок 3. Зависимость мощности  $N_{ПР}$ , потребляемой приводом на перемешивание от частоты  $n_M$  вращения мешалки: ● – рамная мешалка; ■ – лопастная мешалка

Результаты определения мощности, затрачиваемой на перемешивание компонентов смеси при различной массе загруженного в корпус смесителя сыпучего материала и частоте вращения мешалки позволили определить влияние массы материала на режим его перемешивания (образование воронки в перемешиваемом материале, выброс перемешиваемого материала из корпуса смесителя, переход перемешиваемой композиции в псевдооживленное состояние).

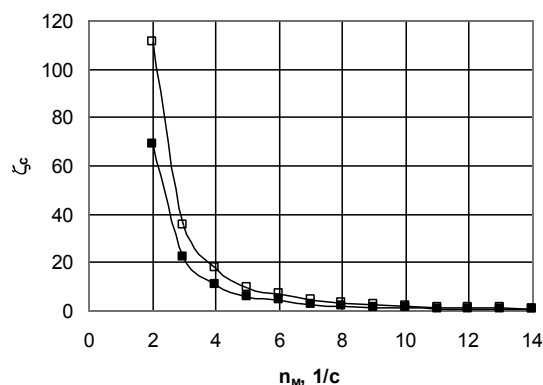


Рисунок 4. Зависимость коэффициента  $\zeta_C$  сопротивления перемешиваемой среды от частоты  $n_M$  вращения мешалки перемешивающего устройства: ■ – рамная мешалка; □ – лопастная мешалка

Воспользовавшись экспериментальными данными, полученными при перемешивании различных сред, размерами перемешивающего устройства, и уравнениями по определению мощности перемешивания можно определить коэффициенты сопротивления перемешиваемых сред, а также эффективную

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-