

УДК 67.08/678

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА С МИКРОСФЕРАМИ

Иванова И. В., Коломиченко С. А., студентки гр. ИЗб –161, VI курс  
Научный руководитель: Касьянова О.В., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Цель работы получение и исследование свойств композиций полиэтилена с микросферами.

Объекты исследования:

- полиэтилен (ПЭ);
- микросферы Беловской ГРЭС. Микросферы – полые частицы (рис.1а.) сферической формы, которые образуются при высокотемпературном факельном сжигании угля [1, 2]. На рис.1. представлен общий вид микросфер Беловской ГРЭС. Как видно (рис.1.б) микросферы порошок светло-серого цвета с черными вкраплениями.

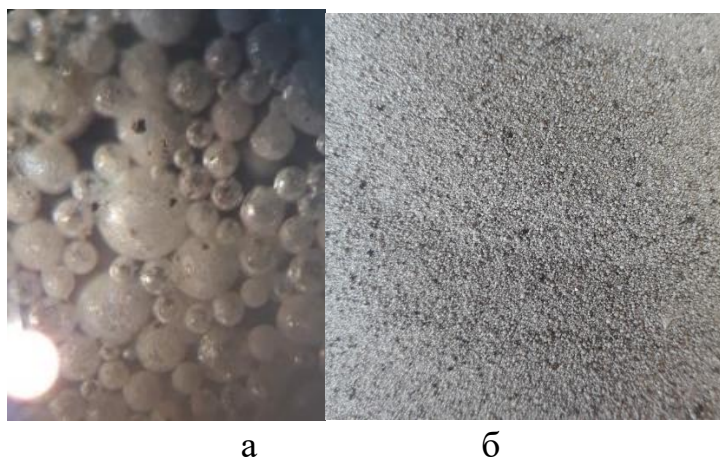


Рис.1. Общий вид микросфер Беловской ГРЭС

*Экспериментальная часть.*

Используя стандартные методики [3] определили физико-химические свойства исходных микросфер:

- истинную плотность ( $\rho$ ) –  $< ,806 \text{ г/см}^3$ ;
- насыпную плотность ( $\rho_{\text{нас.}}$ ) –  $0,34 \text{ г/см}^3$ ;
- содержание влаги и летучих веществ ( $w$ ) –  $0,18 \%$ ;
- теплопроводность ( $\lambda$ ) –  $0,085 \text{ Вт/(м К)}$ ;
- максимально объемную долю наполнения ( $\varphi_{\text{max}}$ ) –  $54 \%$ ;
- кислотный показатель (pH) – 6.

Анализируя полученные свойства видно, что микросферы имеют низкую плотность и теплопроводность, это делает возможным получать легкие композиционные материалы (сферопласты) [4–6].

В работе [6] определена концентрация основных элементов содержащихся в микросферах, результаты приведены в табл.1.

Таблица 1

Содержание оксидов % (масс) в микросферах Беловской ГРЭС

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Потери массы при прокаливании
63,66	20,25	0,71	3,84	3,29	1,10	0,3

Основными компонентами (табл.1.) химического состава микросфер Беловской ГРЭС являются оксиды кремния (SiO<sub>2</sub>) и алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Для получения ПКМ очень важной характеристикой является размер частиц наполнителя [3]. Дифференциальная кривая распределения микросферы по фракциям представлена на рис. 2.

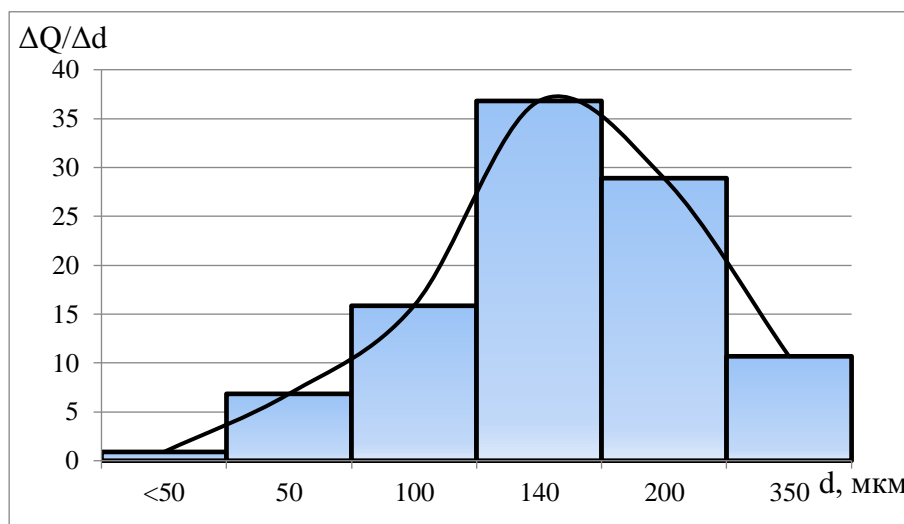


Рис. 2. Дифференциальная кривая распределения микросфер Беловской ГРЭС по фракциям

Как видно (рис. 2) наибольшее количество 36,8 % имеют частицы d=0,14 мм и 28,9 % частицы d=0,2 мм. Частицы с размером менее 0,05 мм составляют меньше 1%.

Частицы d=315 мкм, представляет собой порошок (рис.3), состоящий из микросфер темно-серого цвета с черными и белыми вкраплениями. Черные вкрапления это, по-видимому, магнитные гранулы в виде магнетита и маггемита, несгоревшие угольные частицы.



Рис.3. Внешний вид микросфер определенных фракций

С уменьшением размера частиц видно, что наполнитель становится более однородным, изменяется цвет (светлеет), т.е. меньше включений.

С уменьшением размера частиц наблюдается увеличение насыпной плотности. Так насыпная плотность исходных микросфер  $\rho_{\text{нас}}=0,34 \text{ г/см}^3$ , а фракции с размером частиц  $d=100 \text{ мкм}$   $\rho_{\text{нас}}=0,37 \text{ г/см}^3$ ,

Второй экспериментальной частью являлось получение ПКМ. Композиции получали смешиванием микросферы с диаметром 0,2, 0,14 и 0,2 мм и ПЭ в соотношении 20 и 80 % (масс) на лабораторном экструдере фирмы «Брабендер» при следующих технических параметрах:

- температура зоны питания экструдера  $T_1=120 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- температура зоны пластификации и головки  $T_2 = T_3=190 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- мощность экструдера  $P = 80 \text{ Вт}$ ;
- частота вращения шнека экструдера  $n = 17 \text{ об/мин}$ .

Полученный экструдат измельчали на гранулы цилиндрической формы размером 2–4 мм. Далее определяли истинную плотность пикнометрическим способом по методике, изложенной ГОСТ 15139-69 «Пластмассы. Методы определения плотности». Результаты измерений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерения плотности гранул пикнометрическим методом

Показатели	Плотность, $\text{г/см}^3$
Незаполненный ПЭ	0,91
Заполненный исходной микросферой (не разделенной по фракциям)	0,93
Фракция $d=0,2 \text{ мм}$	0,874
Фракция $d=0,14 \text{ мм}$	0,868
Фракция $d=0,1 \text{ мм}$	0,853

Теоретически при введении наполнителя, имеющего плотность меньше плотности полимера, плотность ПКМ должна уменьшаться. Анализ экспериментальных данных показал, что при введении исходной микросферы плот-

ность ПКМ увеличилась на 3 % по сравнению с ненаполненным ПЭ. По-видимому, влияет наличие примесей (мусора) в исходной микросфере, а также возможно образовалась плотная упаковка частиц в полимерной матрице, что привело к частичному разрушению микросфер в экструдере (большие перепады давления при переходе расплава из канала шнека в головку). С уменьшением размера частиц плотность ПКМ монотонно уменьшается. Так, при наполнении ПЭ микросферой с размером  $d=0,1$ мм плотность уменьшилась на 7 %.

Таким образом, для получения ПКМ с низкой плотностью можно рекомендовать микросферы  $d=0,1$ мм и менее.

### Список литературы:

1. Рябов, Ю. В. Методы обогащения золошлаковых отходов угольных ТЭС и пути их вовлечения в хозяйственный оборот (обзор) / Ю. В. Рябова, , Л. М. Делицына, Н. Н. Ежоваа, С. В. Судареваа. – Текст : непосредственный // Теплоэнергетика. – 2019. – № 3. – С. 3-24.

2. Роговенко ,Е.С. Характеристика узких фракций микросфер летучих зол как основы облегченных высокопрочных материалов / Е.С. Роговенко, О.А. Кушнерова, Е.В. Фоменко. – Текст : непосредственный // Journal of Siberian Federal University. Chemistry 2. - 2019. - №2. - С. 248-260.

3. Бабаевский, П. Г. Практикум по полимерному материаловедению [Текст] / под ред. П. Г. Бабаевского. – М.: Химия, 1980. – 256 с.: ил.

4. Манакова, А. Ю. Полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной смолы и микросфер. – Текст : электронный // Сборник материалов XI Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая», 16-19 апреля 2019 г., г. Кемерово. – Кемерово, 2019. – URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/Articles/70307.pdf> (дата обращения: 09.03.2020).

5. Теряева, Т. Н. Композиты на основе полиэтилена и микросфер зол уноса. – Текст : электронный // Сборник материалов IV Всероссийской, конференции «Химия и химическая технология: достижения и перспективы», 27-28 ноября 2018 г., г. Кемерово. – Кемерово, 2018. – URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/НИИТ/2018/НИИТ/pages/Articles/312.pdf> (дата обращения: 09.03.2020).

6. Исмагилов, З. Р. Исследование алюмосиликатных микросфер из золы-уноса электростанций, использующих угли Кузбасса / З.Р. Исмагилов, Г.В. Шикина, Н.В. Журавлева, Р.Р. Потокина. – Текст : непосредственный // Химия твёрдого топлива. 2015. № 4. - С. 49-57.