

УДК 678.54.384.2/504.06

**ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ПЛОТНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КРУПНО-  
ТОННАЖНЫХ ОТХОДОВ**

Пивень А.С, Доценко И.Н студентки гр. ИЗ-211, IV курс  
Научный руководитель: Касьянова О.В., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Введением наполнителей в полимеры решают материаловедческие, технологические и технико-экономические задачи. Наполнители вводят в полимер для повышения прочностных свойств, снижение стоимости, придание специфических свойств – пористость, фрикционность, электропроводность и т.д. К широко используемым наполнителям для полимерных материалов относят тальк, каолин, мел, древесную муку, стекловолокно. Особое место занимают легкие полые дисперсные наполнители в виде частиц шарообразной формы – полые микросферы, которые получают промышленными методами. Введение полых микросфер в полимеры позволяет получать легкие прочные газосодержащие материалы со строго заданными параметрами структуры, получившие название сферопласты, или синтактные пены. К широко используемым таким наполнителям относят: стеклянные, марки МСО-А9; кварцевые, марки ВК; корундовые, марки Т; фенолоформальдегидные, марки БВ-01. Полученные полимерные композиционные материалы (ПКМ) с микросферами используют в автомобилестроении, строительстве, машиностроении, а также для футеровки труб и емкостей [1,2].

Использование определенных фракций золошлаковых отходов (ЗШО) образующихся на угольных ТЭЦ и ГРЭС в РФ в качестве сырья для производства новых видов ПКМ является перспективным направлением расширения областей применения ЗШО в качестве вторичных материальных ресурсов [3,4].

Одной из основных причин ограниченного использования материалов полученных из крупнотоннажных отходов является неполное представление их физико-химических свойств, что затрудняет подбирать технологии переработки для получения изделий.

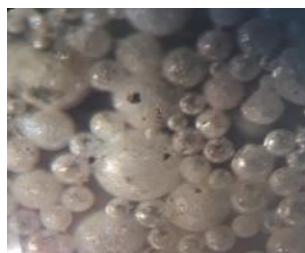
Целью данной работы являлось определение плотности полимерных композиционных материалов (ПКМ) полученных из крупнотоннажных отходов, а также влияния содержания наполнителя на данную характеристику.

Объекты исследования: ПКМ полученные на лабораторном экструдере с содержанием наполнителя 5 %, 10 % и 30 % масс. В качестве полимерной матрицы использовали вторичный полиэтилен (ВПЭ) получаемый на ОАО «Полимер» (г. Кемерово). В качестве наполнителя микросферы с диаметром

частиц  $d \leq 50$  мкм. Микросферы – это часть ЗШО, образующихся при сжигании угля на ГРЭС и ТЭЦ, представляющие собой пустотелые частицы сферической формы. На рис.1 представлены частицы микросфер с размером частиц  $d \leq 50$  мкм.



а



б

Рис.1. Микросферы: а – общий вид; б – частицы микросфер при увеличении в 20 раз

ПКМ получали смешиванием компонентов (ВПЭ с микросферами) на одношнековом лабораторном экструдере при следующих технологических параметрах:

1. Температура по зонам экструдера:  $T_1=170^\circ\text{C}$ ,  $T_2=190^\circ\text{C}$ ,  $T_3=210^\circ\text{C}$ ;
2. Число оборотов шнека (n) 30 об/мин.

На рис.2 представлены гранулы ненаполненного и наполненного 30 % (масс) ПКМ.



а



б

Рис.2. Общий вид гранулята: а – ненаполненный ВПЭ; б – ПКМ на основе ВПЭ с содержанием 30 % микросфер.

Плотность относится к одной из основных технологических характеристик полимерных материалов. По значению плотности определяют область применения ПКМ, а также рассчитывают технологические параметры переработки. В данной работе плотность определяли стандартной методике пикнометрическим методом [5]. В таблице представлена плотность исходных компонентов.

Таблица

ВПЭ	Микросферы
0,938 г/см <sup>3</sup>	$\leq 0,789$ , г/см <sup>3</sup>

Как видно, плотность микросфер меньше, чем плотность ВПЭ приблизительно на 16 %. Известно [2], что при введении наполнителя в полимерную матрицу имеющего плотность ниже полимера плотность ПКМ с увеличением содержания наполнителя уменьшается. Плотность ПКМ также можно рассчитать по закону аддитивности:

$$\rho_{\text{ПКМ}} = \rho_{\text{п}} \cdot \varphi_{\text{п}} + \rho_{\text{н}} \cdot \varphi_{\text{н}}$$

где  $\rho_{\text{п}}$ ,  $\rho_{\text{н}}$  – плотность полимера и наполнителя, г/см<sup>3</sup>;  $\varphi_{\text{п}}$ ,  $\varphi_{\text{н}}$  – объемное содержание полимера и наполнителя.

Зависимость плотности от содержания наполнителя определенная экспериментально и рассчитанная по закону аддитивности представлена на рис.3.

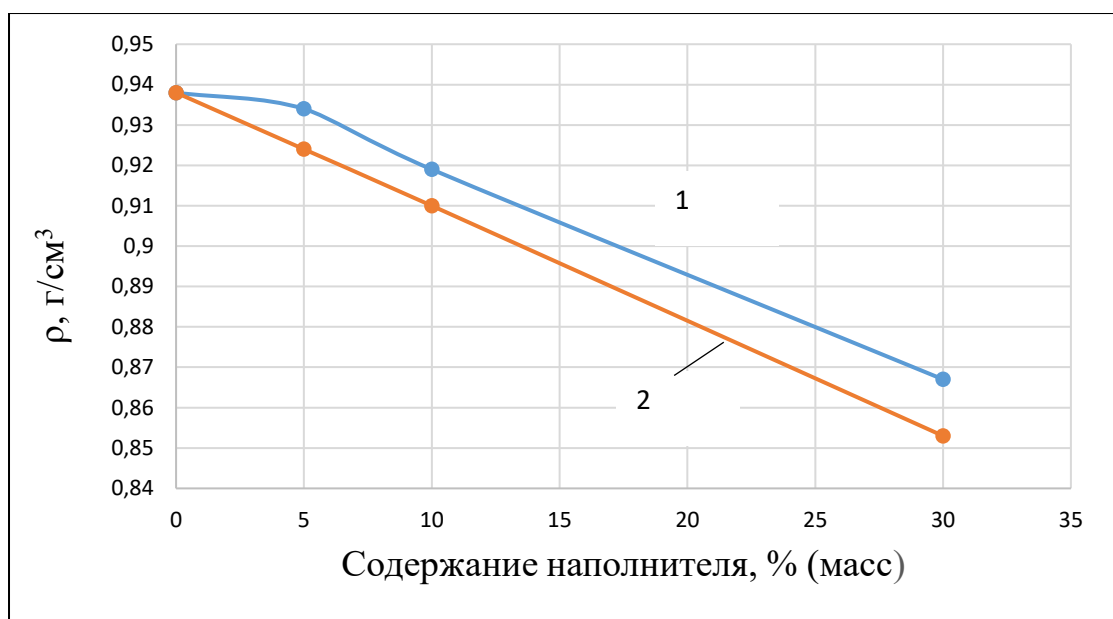


Рис.3. Зависимость плотности ПКМ от содержания наполнителя: 1 – плотность определенная экспериментально; 2 – плотность, рассчитанная по закону аддитивности

Анализ полученных экспериментальных данных (рис.3, кривая 1) показал, что плотность ПКМ на основе ВПЭ и микросфер монотонно снижается. Например, при введении наполнителя 30 % (масс) снизилась на 8 % по сравнению с ненаполненным ВПЭ. Следует отметить, что плотность ПКМ рассчитанная по закону аддитивности и определенная экспериментально отличается. По-видимому, в процессе получения ПКМ в экструдоре под влиянием перепадов давления часть частиц микросфер разрушается, что приводит к увеличению плотности. По значению плотности ПКМ на основе ВПЭ и микросфер получаемых из ЗШО можно отнести тяжелым т.к.  $\rho \geq 700$  кг/м<sup>3</sup> (классификация материалов по плотности относящимся к газонаполненным) [1].

## Список литературы:

1. Власов, С. В. Основы технологии переработки пластических масс / С. В. Власов, Э. Л. Калинин, Л. Б. Кандырин. – М.: Химия, 1995. – 528 с.
2. Пахаренко, В.А, Наполненные термопласты : Справочник / В.А. Пахаренко, В.Г. Зверлин, Е.М. Кириенко; под общей редакцией акад. Ю.С. Липатова. – К. : Техника, 1986. – 182 с., ил.
3. Пичугин, Е. А. Аналитический обзор накопленного в российской Федерации опыта вовлечения в хозяйственный оборот золошлаковых отходов электростанций / Е. А. Пичугин // Проблемы региональной экологии 2019. – №4. – С. 77–87.
4. Доценко, И.Н. Исследование физико-химических свойств полимерных композиционных материалов полученных из крупнотоннажных отходов / И.Н. Доценко, А.С. Пивень, О.В. Касьянова // Сборник материалов : Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации». Материалы XII Инновационного конвента, Кемерово, 2024. – С.351–352.
5. Бабаевский, П. Г. Практикум по полимерному материаловедению [Текст] / под ред. П. Г. Бабаевского. – М.: Химия, 1980. – 256 с.: ил.