

УДК 541.183

## ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Пилин М.О., старший преподаватель

Новиков В.А., студент гр.ХПб-171

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Практически неограниченное число сочетаний различных наполнителей с полимерными связующими и изменение количественных соотношений компонентов позволяют получать материалы с комплексом необходимых эксплуатационных свойств. К наполнителю предъявляются требования исходя из того, какие свойства материала желательно получить в разрабатываемом изделии [1].

Наполнители вводят в полимеры с целью: создания новых полимерных материалов с комплексом ценных эксплуатационных свойств. Отличительной особенностью наполненных полимеров является образование границы фаз наполнитель-полимер, которая наряду с полимером и наполнителем оказывает влияние на технологические и эксплуатационные свойства.

Наполнители позволяют в широких пределах регулировать технологические свойства (вязкость, теплопроводность) полимеров. Они применяются в качестве загустителей низковязких полимерных композиций. Порошкообразные наполнители, введенные в небольших количествах (доли процента), выполняют роль зародышеобразователей и регулируют степень кристалличности и размер кристаллических образований в кристаллизующихся полимерах.

В некоторых случаях дешевые наполнители используют также для снижения расхода дорогостоящего полимера в материале и его стоимости [2].

Размеры частиц наполнителей изменяются от 7 нм до 50 мкм.

Дисперсные наполнители по размеру частиц делятся на крупнодисперсные (диаметр  $> 40$  мкм), среднедисперсные ( $40 < d < 10$ ), высокодисперсные ( $10 < d < 1$ ) и ультрадисперсные ( $d < 1$  мкм).

Выбор оптимальных размеров частиц наполнителя определяется целью его введения, уровнем свойств материала, скоростью седиментации и склонностью к агломерации частиц, а также конкуренцией изделия (толщиной стенки) и методом формования. Скорость оседания наполнителя (расслаивание композиции) возрастает с уменьшением вязкости полимера, увеличением плотности

и размера частиц. Агломерация (слипание) частиц наблюдается в низковязких композициях при размерах частиц  $<10$  мкм [3].

Целью работы является выбор эффективного гранулометрического состава углеродных наполнителей для СВМПЭ, обеспечивающего максимальную плотность композиций.

#### Объекты исследования

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен с ММ 610 000 а.е.м., свойства которого представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Технологические свойства СВМПЭ

СВМПЭ	Размеры частиц, мкм	$\rho_{\text{вст}}$ , г/см <sup>3</sup>	Твердость, МПа	Водопоглощение, %	Содержание влаги, %
порошок	20–400	0,960	-	0,01	0,059
таблетка	-	0,799	75±5	-	-

Наполнители – порошкообразные углеродные – графит и технический углерод с гранулометрическим составом:

- 1 – менее 50 мкм;
- 2 – от 50 до 100 мкм;
- 3 – от 100 до 200 мкм.

Характеристики промышленных партий представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Свойства наполнителей

Наименование	$\rho_{\text{вст}}$ , г/см <sup>3</sup>	Содержание влаги, %	$V_{\text{уд}} \cdot 10^3$ , м <sup>3</sup> /кг	Зольность, %
Графит (марки ГК-3) ГОСТ 17022-81	2,04	0,065	2,1	-
Технический углерод (марки п-330) ГОСТ 7885-86	1,76	0,276	2,9	Не более 0,45

ПКМ на основе СВМПЭ с углеродным и минеральным наполнителями, в качестве наполнителя использовались графит, технический углерод п-330(ТУ) с размером частиц приведёнными выше.

#### Методы исследования

Методика получения ПКМ включала в себя сушку наполнителей, смешение СВМПЭ с наполнителями, прессование таблеток из полученных смесей и термическую обработку (ТО) таблеток.

Сушка наполнителей проводилась в термошафу при температуре 105°C в течение 30 мин. Смешение СВМПЭ и наполнителя осуществляли в смесительной камере лопастного смесителя фирмы Brabender и при интенсивном перемешивании (35 об/мин). Прессование проводили в прессформе одностороннего прессования при давлении 250 МПа и выдержке 2 мин. Полученные таблетки термообрабатывались (спекались) в термошафу при температуре 150°C

в течение 30 мин. Нормализация образцов после термообработки составляла 24 часа.

Определение плотности образцов ПКМ проводилось по стандарту ГОСТ 15139-69 методом обмера и взвешивания.

Плотность определялась до и после термообработки ПКМ.

### Результаты исследования

Полученные экспериментальные данные представлены в виде зависимостей плотности композиционных материалов от содержания определённой фракции наполнителя и наличия или отсутствия ТО на рис. 1-9.

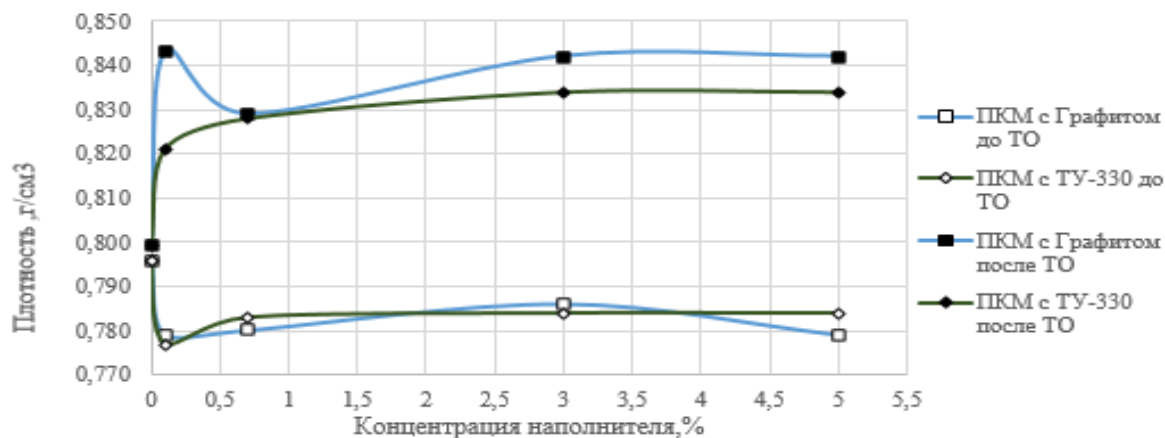


Рис.1. График зависимости плотности( $\rho$ ) от концентрации наполнителя( $C$ ) с размером частиц <50 мкм

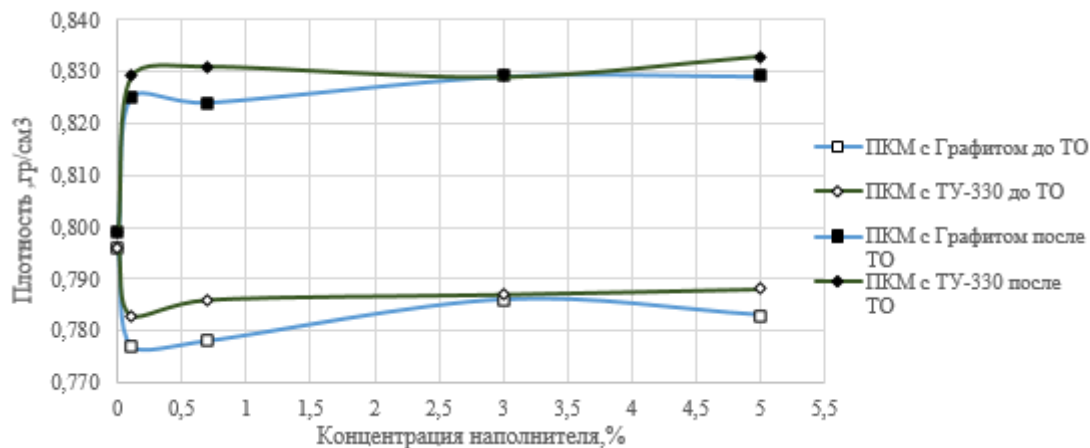


Рис.2. График зависимости плотности( $\rho$ ) от концентрации наполнителя( $C$ ) с размером частиц 50-100 мкм

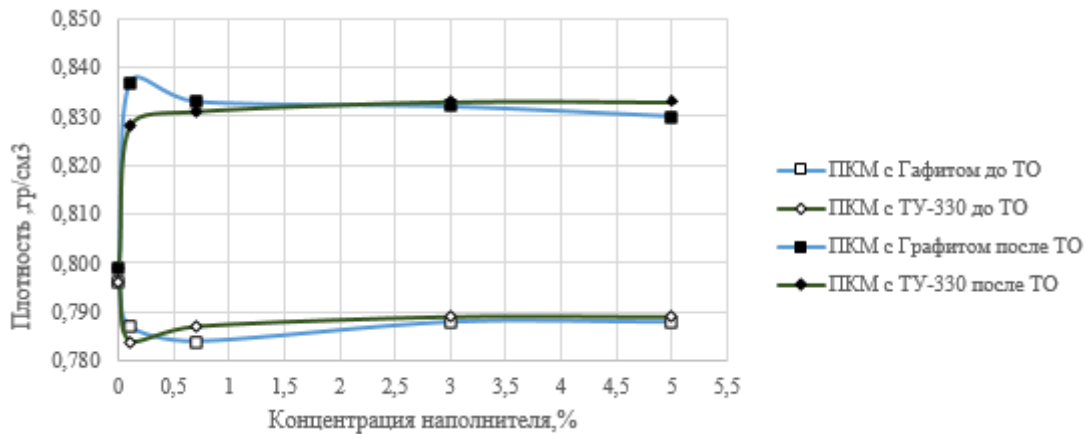


Рис.3. График зависимости плотности( $\rho$ ) от концентрации наполнителя( $C$ ) с размером частиц 100-200 мкм

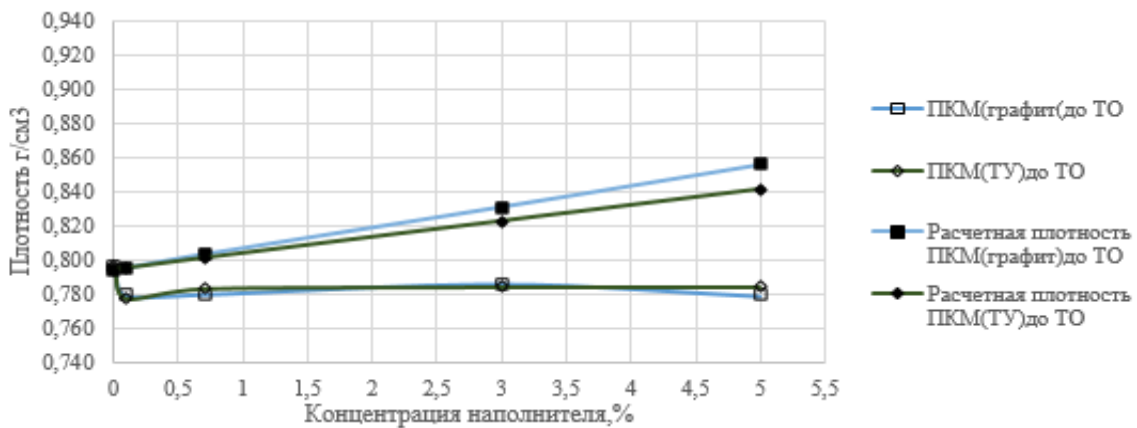


Рис.4. Зависимость расчетной плотности от практической плотности ПКМ (до ТО) с размером частиц менее 50 мкм

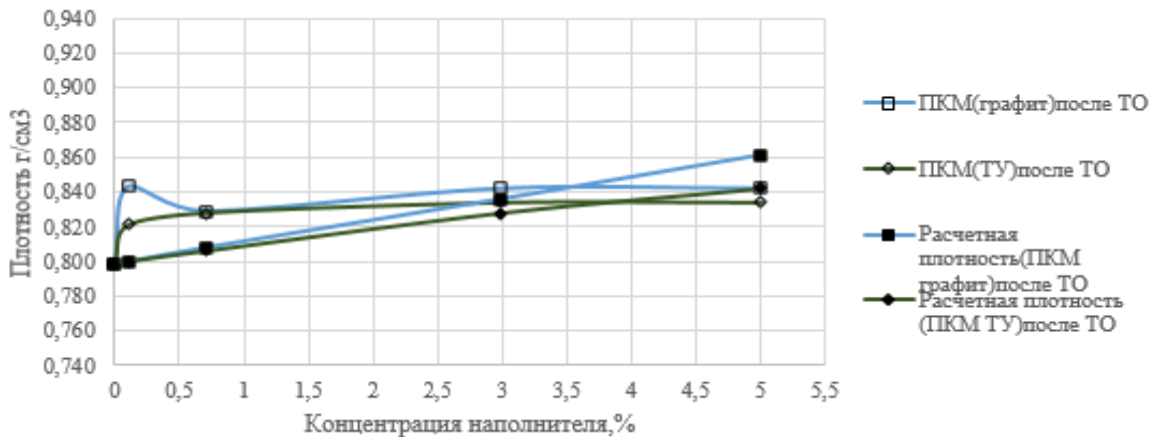


Рис.5. Зависимость расчетной плотности от практической плотности ПКМ (после ТО) с размером частиц менее 50 мкм

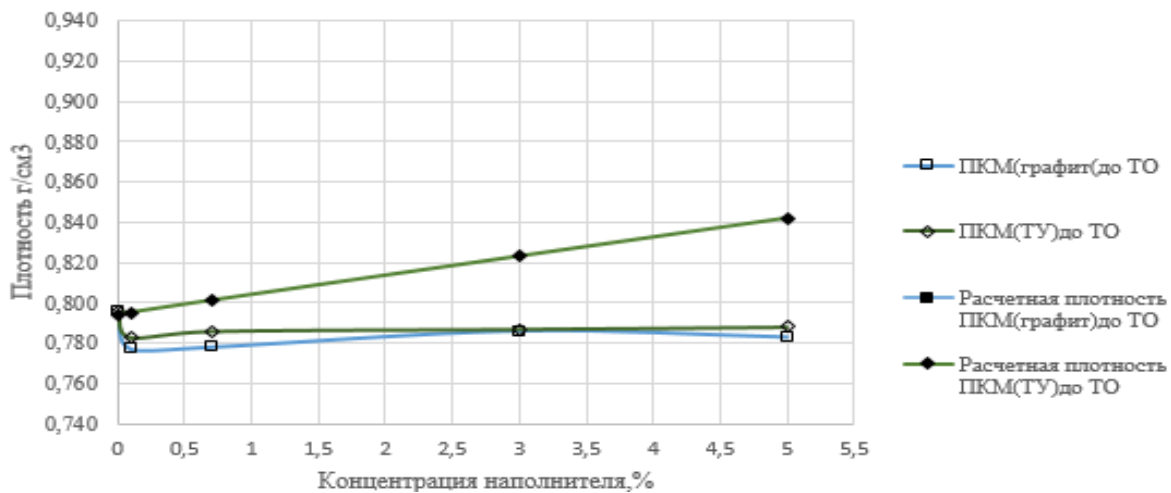


Рис.6. Зависимость расчетной плотности от практической плотности ПКМ (до ТО) с размером частиц от 50 до 100 мкм

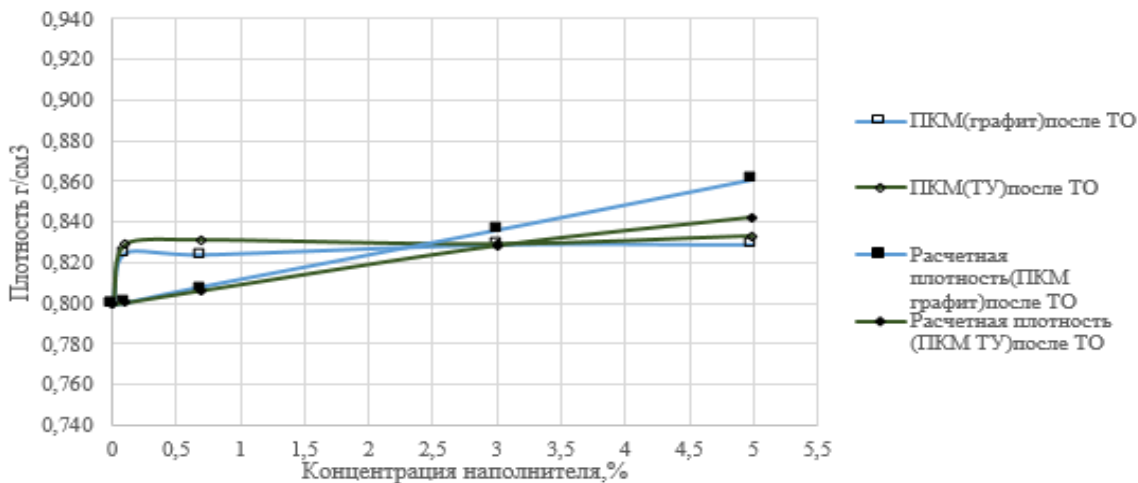


Рис.7. Зависимость расчетной плотности от практической плотности ПКМ (после ТО) с размером частиц от 50 до 100 мкм

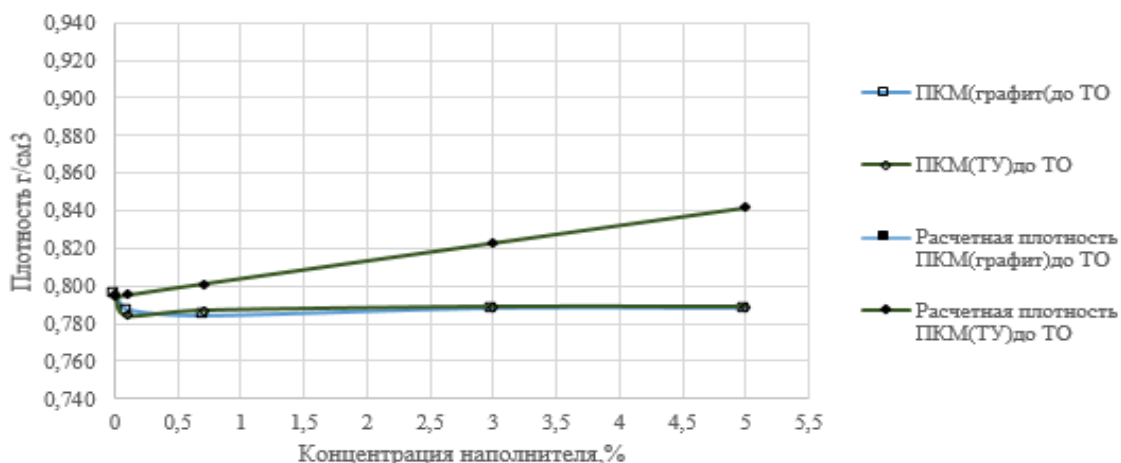


Рис.8. Зависимость расчетной плотности от практической плотности ПКМ (до ТО) с размером частиц от 100 до 200 мкм

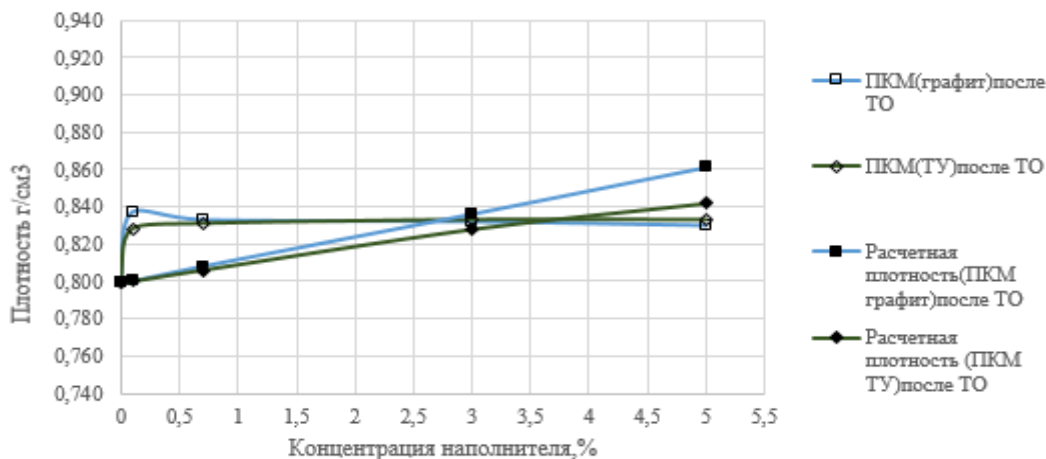


Рис.9. Зависимость расчетной плотности от практической плотности ПКМ (после ТО) с размером частиц от 100 до 200 мкм

Проведённые исследования показывают, что:

1. При введении в полимер наполнителя увеличивается плотность полученных образцов за счет введения более плотного материала в композицию, а также заполнения свободного пространства между глобулами полимера дисперсным наполнителем.

2. Термообработка ПКМ СВМПЭ с дисперсными наполнителями приводит к увеличению плотности в связи со структурированием полимера и образованием более упорядоченной, кристаллической структуры.

3. Плотность не изменяет своего значения и не зависит от концентрации введенного наполнителя, а также не зависит от размера частиц.

4. Из полученных данных следует: добавка в виде графита является более эффективной по сравнению с техническим углеродом. Это связано с тем, что технический углерод имеет более пористую структуру с наибольшим включением воздуха в порах и тем самым плотность ПКМ отличается своим меньшим значением.

5. При сравнении практической и расчетной плотности наблюдается сходство полученных данных (рис.4-9) как до термообработки, так и после нее.

### Список литературы:

1. Беженуца, Л.П. Пластмассы в строительстве/ Беженуца Л.П. Пахаренко В.А. – К.: Бедівельник,1976.
2. Баглей, Н.Н. Образование сшитого полидиметилсилоксана в присутствии дисперсных свинца и железа. / Баглей Н.Н., Брык М.Т. - Укр.хим.журн.,1979,42, №1
3. Андреева, И.Н. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности/ И. Н. Андреева [и др.] - Л.: Химия, 1982.