

УДК 541.11

Исследования поверхностных свойств композиционных полимерных материалов

Шабалина С. Г., Данилин В.Н., Шевляков М. В., Адамян С. Г.

Легкоплавкие композиционные материалы, содержащие высокомолекулярные соединения являются особым классом теплоаккумулирующих материалов. Их устойчивость в процессе эксплуатации и удерживающая способность полимерной матрицы определяются межфазным взаимодействием. Целью настоящей работы было исследование межфазного поверхностного натяжения на границе раздела фаз "полимерное связующее - наполнитель".

Краевые углы смачивания определяли методом цифрового фотографирования капли фазопереходного наполнителя, нанесенной на подложку из отвержденного полимерного связующего. В литературе описан метод измерения кривизны поверхностей в дважды непрерывных структурах по цифровым изображениям и доказана его применимость и эффективность.

Величину поверхностного натяжения рассчитывали исходя из известного соотношения [1] между толщиной капли H , краевым углом θ и поверхностным натяжением σ

$$\sigma = \frac{H^2 g (\rho' - \rho'')}{4 \cos^2 \frac{\theta}{2}}$$

$$\sigma = \frac{H^2 g \rho}{4 \cos^2 \frac{\theta}{2}}$$

Краевые углы находили по основным размерам капли жидкости: высоте h и диаметру основания d . Значение $\cos \theta$ рассчитывали по формуле:

$$\cos \theta = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - h^2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2}$$

$$\theta = \arccos \left[\frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - h^2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2} \right]$$

при $\frac{d}{2} < h$ эта формула упрощается

$$\cos \theta = 1 - \frac{2h}{d}$$

При масштабировании изображения капли соотношение диаметра, и высоты не изменяется, а следовательно не изменяется величина $\cos \theta$. На этом основан метод оценки угла смачивания по цифровому изображению. Каплю на подложке фотографировали на контрастном фоне с помощью цифрового фотоаппарата. Полученное изображение обрабатывали с помощью Mikrosoft Foto Editor рис. 1.

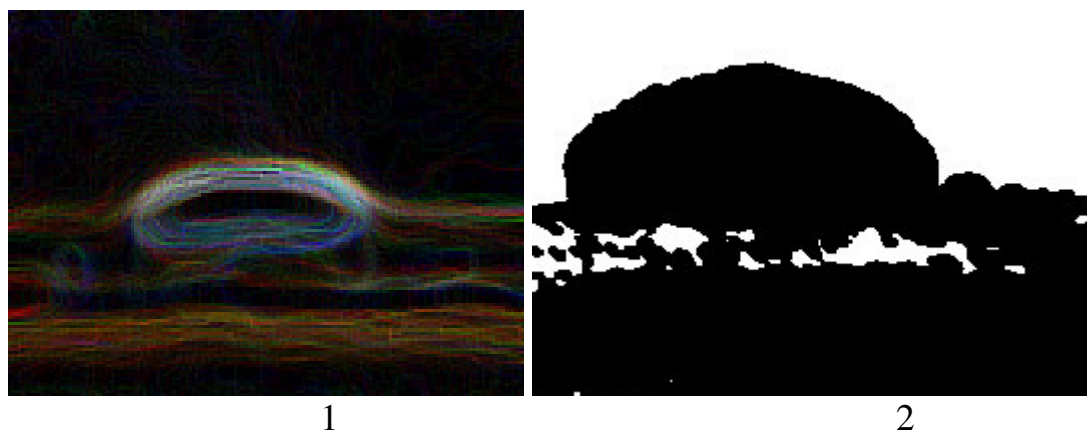


Рис. 1. Изображение капли н-парафинов на стекле, обработанное с помощью Mikrosoft Foto Editor: .

Изображение капли вырезали из общего изображения, переносили в виде рисунка Word или Excel . По этому рисунку определяли соотношение высоты и диаметра. Результаты, полученные в этих средах отличались не более, чем на 3 %.

В качестве модельной поверхности было выбрано стекло. Результаты измерения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Поверхностное натяжение ФПВ на границе со стеклом.

| Вещество | $(\cos\theta)_{\text{экс}}$ | | $\sigma_{\text{1экс}}$, Н/м | | $\sigma_{\text{1теор}}$, Н/м |
|---|-----------------------------|--------|------------------------------|------|-------------------------------|
| | (1) | (2) | (1) | (2) | |
| сплав октадекан - генэйкозан | 0,2723 | 0,2558 | 24,1 | 30,0 | 21,3 |
| октадекан | 0,1529 | 0,1153 | 23,9 | 24,1 | 21,01 |
| генэйкозан | 0,1788 | 0,1762 | 22,4 | 20,2 | 21,9 |
| пентадекановая кислота | 0,2640 | 0,2395 | 30,0 | 26,2 | 25,8 |
| пальмитиновая кислота | 0,1413 | 0,1216 | 33,1 | 25,4 | 26,12 |
| парафин | 0,1110 | 0,0889 | 20,9 | 19,1 | - |
| сплав пальмитиновой и пентадекановой кислот | 0,7291 | 0,7150 | 29,5 | 27,0 | 24,4 |
| ПЭГ-2000 | 0,43 | 0,48 | 41,3 | 45,3 | 42,3 |
| ПЭГ-3000 | 0,30 | 0,40 | 30,0 | 32,0 | 42,5 |

Для полиоксиэтилена при температуре 140°C величина поверхностного натяжения равна 33.8 Н/м что подтверждено нашими результатами [3.-216 с.]. Различия в результатах экспериментального и теоретического

определения величины поверхностного натяжения показывают, что расходы составляют не более 15 %.

Результаты экспериментального определения адгезии на границе раздела фаз « связующее - наполнитель» приведены в таблице 2

Таблица. 2 Параметры адгезионного взаимодействия наполнителя и полимерной матрицы в ТАМ.

| Связующее | Наполнитель | $\text{Cos}\theta$ экс | σ_{12} экс | $\sigma_{1\text{экс}}$ |
|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| Каучук СКТ | генэйкозан | 0,7500 | 28,6 | 21,00 |
| | октадекан | 0,4747 | 18,30 | 16,223 |
| | Парафин | 0,2461 | 49,69 | 12,46 |
| | пальмитиновая кислота | 0,3417 | 71,8 | 22,20 |
| | пентадекановая | 0,1140 | 47,95 | 16,82 |
| Тиокольный каучук | октадекан | 0,6674 | 20,90 | 18,34 |
| | генэйкозан | 0,1661 | 44,84 | 13,99 |
| | Пальмитиновая | 0,3084 | 83,62 | 21,65 |
| | пентадекановая | 0,2063 | 41,50 | 18,22 |
| Каучук СКТНФ | Пальмитиновая кислота | 0,0922 | 41,5 | 18,22 |
| | Пентадекановая кислота | 0,1154 | 55,4 | 18,08 |
| Эпоксидная смола ЭД-16 | ПЭГ2000 | 0,5420 | 111,91 | 32,61 |
| | ПЭГ3000 | 0,7765 | 88,92 | 37,75 |
| | Октадекан | 0,4747 | 18,50 | 15,22 |
| Полиуретан | пальмитиновая кислота | 0,5034 | 78,45 | 24,88 |
| | пентадекановая кислота | 0,6314 | 42,60 | 24,63 |
| | парафин | 0,4497 | 57,77 | 14,50 |
| | ПЭГ2000 | 0,5874 | 92,02 | 33,57 |
| | ПЭГ 3000 | 0,5883 | 88,12 | 33,75 |

В результате проделанной работы установлена применимость метода фотографирования лежащей капли для границы раздела фаз " полимер - наполнитель" и определено межфазное натяжение для 19 пар веществ.

Литература

1. Матюхин С.И., Фроленков К.Ф., Антонов О.Н., Игошин В.М. Поверхностное натяжение и адгезионные свойства тонкопленочных покрытий
2. Солодовник В.Д. Микрокапсулирование – М.:Химия,1980.