

ток 2а), ударно-сжатый газ излучает как абсолютно черное тело: $\alpha(\lambda, T) = 1$. С учетом сказанного можно записать:

$$T = \frac{C_2}{\lambda_c} \left\{ \ln \left[\frac{i_0}{i} \cdot \frac{\pi d^2 r_n^2}{4abr^2} \cdot \frac{e^{C_2/(\lambda_c T_0)} - 1}{\alpha_0(\lambda_c, T_0)} + 1 \right] \right\}^{-1}$$

На основании приведенных формул температурно-сжатого газа можно определить по показаниям регистрирующей аппаратуры, для чего достаточно знать значение фототока или фотонапряжения фотодиода i_0 от действия излучения рамового тела накала с температурой T_0 , прошедшего через интерференционный светофильтр с той волны пропускания света λ_c .

В случае, если ($S_L \neq \text{const}$) необходимо экспериментально установить зависимость тока или напряжения фотодиода от освещенности $i_0 = f(E)$, а также в формулы (2) аналитически определить зависимость освещенности фотодиода от темпера-

туры ударно-сжатого газа $E = f(T)$. При этом подынтегральные функции в формулах (2) и (4) считаются методом численного интегрирования по известным значениям коэффициента излучения вольфрама $\alpha_0(\lambda, T_0)$ и спектральной характеристики чувствительности фотодиода $\phi(\lambda)$. Полученные результаты являются основанием для построения тарировочного графика зависимости температуры ударно-сжатого газа от показаний регистрирующей аппаратуры $T = f(i)$.

1. Эпштейн, М.И. Измерения оптического излучения в электронике / М.И. Эпштейн. – М : Энергия, 1975. – 248 с.
2. Модель, И.Ш. Измерение высоких температур в сильных ударных волнах в газах / И.Ш. Модель // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1957. – т.32. – № 4. – с. 714–726.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Сергейченко А.В.¹, Лисовская Г.Б.², Чижик С.А.²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

²Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Введение

Исследование поверхностных свойств моно- и мультислойных полимерных покрытий, а также полимеров на основе наночастиц цинка, титана и кремния представляет интерес для широкого спектра практических применений в областях фотоники, катализа, при изготовлении биоматериалов, создании сверхгидрофобных пленок. Актуальным остается вопрос диагностики гидрофобных покрытий и, в частности, определение их поверхностных энергий. Наиболее часто для этих целей применяется метод, основанный на измерении краевого угла смачивания жидкости [1].

Цель работы – создание программного обеспечения SEM (SurfaceEnergyMeasuring) для определения величины поверхностной энергии вещества путем измерения краевого угла смачивания.

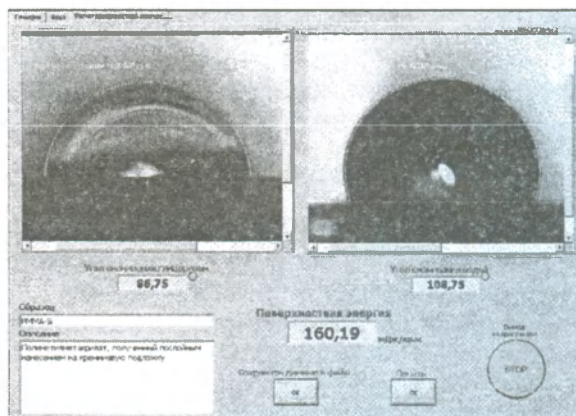
Методы исследования

В настоящей работе были получены мономолекулярные покрытия на основе частиц оксида титана на стеклянной подложке с использованием ванны Ленгмюра – Блоджетт «вертикальным» способом нанесения. На горизонтально расположенные образцы наносили две капли полярных жидкостей – воды и глицерина каждой объемом 3 мкл. Сразу после нанесения проводилась их съемка. Изображения каждой капли на поверхности образцов фиксировались с помощью оптической камеры «ЛЭМТ» производства BelOMO (Беларусь). Все операции проводились при температуре 22 °С. Дальнейшее определение величины поверхностной энергии по изображениям мономолекулярных пленок осуществляли

с помощью созданной программы SEM. В основу работы программы положена методика, описанная в работе [2].

Описание программы.

Программа позволяет создавать геометрическую модель профиля капли с разрешающей способностью 0,1°. По результатам построения модели автоматически определяется краевой угол смачивания и рассчитываются значения свободной поверхностной энергии образца. Программа создана в среде графического программирования LabVIEW и рассчитана для работы с графическими изображениями в формате .jpg. Заложенная в основу программы возможность построения эллиптической модели капли существенно повышает точность проводимых измерений.



Форма капли на поверхности твердого тела определяется действием следующих трех сил [1]: силы тяжести, расплющивающей каплю; поверхностного натяжения на границе капли – твердая поверхность, приводящего к деформации капли; шероховатость поверхности.

В результате действия указанных сил форма капли становится отличной от сферической, приобретая форму эллипсоида, а ее профиль, соответственно, имеет форму эллипса.

Вблизи линии контакта трех сред структура профиля капли еще более усложняется, что является результатом действия различных факторов (сил межмолекулярного взаимодействия Ван-дер-Ваальса, наличием заряда на поверхности твердого тела и т.д.) [3]. Это так называемая «ближняя область» контакта (ее размер обычно не превышает 100 Å). В большинстве экспериментов размеры капли значительно превышают размеры «ближней области», что делает все поправки, связанные с дополнительной кривизной пренебрежимо малыми. Таким образом, определение краевого угла смачивания для «дальней области», где форма профиля капли намного проще, полностью определяет значения свободной энергии.

Интерфейс программы содержит три закладки (см. рисунок). Работа с программой осуществляется последовательно. Вначале на закладке «Глицерин» открывается изображение капли глицерина на исследуемой поверхности. Используя элементы управления, создается геометрическая модель профиля капли. Изменяя величины коэффициентов осей и размер модели можно с высокой степенью точности описать профиль капли. Сектор модели строится с разрешающей способностью 0,1°. Краевой угол смачивания определяется программно как угол между линией основания и касательной к линии модели в точке пересечения последней с линией основания. Предусмотрена функция поворота изображения капли для более точного позиционирования линии основания и формирования модели профиля капли. После окончательного формирования модели результаты измерения краевого угла смачивания принимаются к расчету нажатием кнопки «Принять измерения». Аналогичные действия производятся для определения краевого угла смачивания капель воды.

После проведенных построений моделей капель и принятых измерений краевых углов на третьей закладке отображаются результаты этих измерений и полученное в соответствии с указанной методикой

расчета значение свободной поверхностной энергии изучаемого объекта. Программа позволяет сохранять результаты измерений в графической и текстовой форме.

Обсуждение результатов.

Для оценки точности определяемых краевых углов с использованием эллиптической модели сравнили полученные значения со значениями, полученными исходя из сферической модели профиля капли. Разница в определении угла для двух моделей составляет около 5 % или в абсолютном значении от 2 до 8 градусов в зависимости от величины краевого угла.

Определение краевого угла для изображений, взятых из [4], показали высокую степень близости результатов измерений. При расчетном значении угла в 56,88° полученный нами результат составил 56,75°.

Разброс результатов измерений, или другими словами точность определения краевого угла смачивания с помощью программы SEM составляет ± 0,1° при проведении многократных измерений различных изображений.

Выводы

Создана программа, позволяющая определять величину свободной поверхностной энергии по измерениям величин краевых углов смачивания. Вложенная в основу эллиптическая модель повышает точность определения значений углов по сравнению со сферической на 5 %. Точность создаваемых моделей капель находится в диапазоне ± 0,5°

1. Адамсон, А. Физическая химия поверхностей – М.: «Мир». – 1979. – 568 с.
2. Лисовская, Г.Б. Влияние радиационных воздействий на физико-химические свойства полимеров, модифицированного углеродными наночастицами / Г.Б. Лисовская, Э.М. Шпилевский – Минск: ИТМО НАНБ. – 2006. – № 6. – 32 с.
3. де Жен П.Ж. Смачивание: статика и динамика // Успехи физических наук. – 1987. – Т. 151. Вып. 4. – С. 619 – 681.
4. Галлямов, М.О. Формирование ультрагидрофобных поверхностей осаждением покрытий в сверхкритическом диоксида углерода // Галлямов, Л.Н. Никитин, А.Ю. Николаев, А.И. Образцов, В.М. Бузник, А.Р. Хохлов // Композитный журнал. – 2007. – Т. 69. – № 4. – С. 441 – 462.

УДК 551.13.15.21.19

ПОДХОД К РАСЧЕТУ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Соломахо В.Л., Спесивцева Ю.Б.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Проектирование изделий с оптимальной компоновкой составных частей, обеспечение точности выходных параметров, которые в некоторых случаях не возможно проконтролировать, неразрывно

связаны с расчетом размерных цепей, отражающих объективные связи в конструкции изделия и технологических процессах изготовления.