

УДК 532.6:543.542

**Устройство для определения поверхностного натяжения жидкостей. Каржавин В.К.//
Научное приборостроение. Методы и приборы биотехнологии. Л.: Наука, 1988, с.47.**

Описано устройство, предназначенное для определения величины поверхностного натяжения растворов, эмульсий, суспензий и т.д. из малого объема жидкости. Запись электрического сигнала, являющегося линейной функцией величины поверхностного натяжения исследуемых растворов, осуществляется на автоматическом самопишущем потенциометре. Лит. - 4 назв., ил. - 4.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Оптимальные условия работы многих технологических процессов (флотация, катализ, очистка сточных вод, разделение жидких смесей и т.д.) непосредственно связаны с определенной величиной поверхностной энергии системы. Поверхностное натяжение является важной термодинамической характеристикой поверхности раздела фаз. Быстрое определение данной величины в жидких технологических системах способствует своевременному контролю за протеканием процесса. В настоящее время известно довольно большое число разнообразных методов определения поверхностного и межфазного натяжений жидкостей на границе с газами и другими жидкостями как в статических, так и динамических условиях [1]. Наиболее широкое распространение получили методы определения поверхностного натяжения по взвешиванию отрывающейся капли, по величине максимального давления, необходимого для продавливания пузырьков газа в жидкости, по капиллярному поднятию, по силе, прилагаемой для отрыва кольца, серги или пластинки (метод Вильгельми) и т.д.

Методы определения поверхностного натяжения жидкостей на границе раздела фаз жидкость-жидкость и жидкость-газ по отрыву принято называть статическими. В устройствах и приборах, использующих этот принцип, наиболее важным является узел, фиксирующий усилие, необходимое для отрыва кольца, серги или пластинки от поверхности жидкости. Для данной цели применяются различные типы весов, стрелка микроамперметра [2], фотоэлектрическое устройство [3] и другие оригинальные приспособления.

В данной работе предлагается относительно простое в изготовлении и обслуживании устройство для определения поверхностного натяжения жидкостей (растворов, эмульсий, суспензий). В зависимости от характера проводимых исследований в качестве датчика определения величины поверхностного натяжения предлагается использовать сергу или кольцо. Это позволяет дополнительно изучать монослои, а также адсорбцию на поверхности жидкостей и т.д. [1].

Устройство состоит из подвижной, неподвижной частей и дополнительной аппаратуры, необходимой для его функционирования (рис.1). Первые две части устройства размещены в изолированном корпусе из органического стекла, что исключает влияние внешней среды на результаты измерений. Неподвижная часть устройства представлена кронштейном от микроскопа 4 с закрепленной на нем подставкой 3, на которой установлен термостатируемый сосуд с исследуемой жидкостью 1. Такая конструкция сосуда позволяет проводить измерения при температурах, отличных от стандартных. Крышка сосуда с отверстием для проволоки препятствует интенсивно-

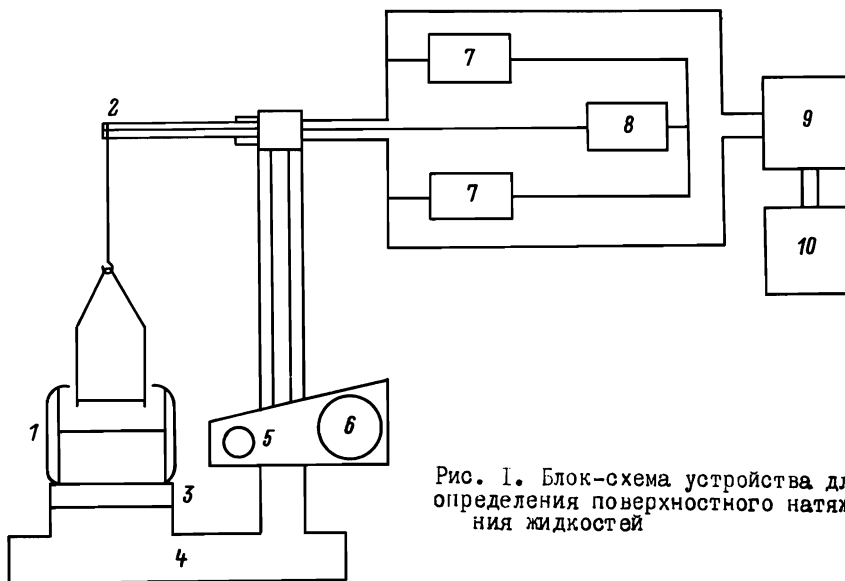


Рис. 1. Блок-схема устройства для определения поверхностного натяжения жидкостей

му испарению легколетучих жидкостей. К подвижной части устройства относится блок тензорезисторов (типа 2 ПКБ-30) 2, закрепленный одним концом в верхней части стойки микроскопа. Перемещение данной части устройства в вертикальной плоскости с различной скоростью осуществляется через кремальеру при помощи редуктора от потенциометра КСП-4 5 и синхронного двигателя СД-54 (60 об/мин) 6. Другой, незакрепленный конец блока тензорезисторов, предназначен для подвешивания датчика. Блок тензорезисторов является двумя плечами моста Уитстона 7, питание которого осуществляется от низковольтного (3 В) стабилизированного источника БП 59I-84 8. Электрический сигнал с блока тензорезисторов поступает на вход нуль-индикатора Р-34I 9, на выход которого подключен автоматический самопишущий потенциометр КСП-4 10. В случае необходимости получения цифровой информации о величине измеряемого сигнала, характеризующего величину поверхностного натяжения исследуемой жидкости, возможно дополнительное подключение цифрового милливольтметра на выход нуль-индикатора.

Устройство работает следующим образом. Перед каждым измерением датчик (серьга или кольцо) тщательно промывается и отжигается на спиртовке. Датчик подвешивается на незакрепленный конец блока тензорезисторов и погружается в исследуемую жидкость. При этом перо автоматического самопишущего потенциометра должно остановиться вблизи нулевого положения шкалы прибора. В противном случае это достигается при помощи переменного сопротивления (или моста сопротивлений типа Р 483I), включенного в электрическую схему КСП-4. Такое положение пера самописца является начальной точкой отсчета при определении величины поверхностного натяжения исследуемых жидкостей.

Включается автоматический самопишущий потенциометр и автомат, обеспечивающий плавный, с постоянной скоростью, подъем или опускание блока тензорезисторов с датчиком. В зависимости от свойств жидкости, характера исследовательской задачи и учитывая кинетические особенности формирования поверхностного слоя жидкости, скорость вертикального перемещения блока тензорезисторов с датчиком можно менять в широких пределах (от 3 до 7300 мм/ч).

За счет силы, действующей на поверхности жидкости и стремящейся сократить ее свободную поверхность до наименьших возможных пределов, через датчик происходит медленное изгибание блока тензорезисторов, что приводит к разбалансу моста сопротивлений, а создаваемая при этом разность потенциалов в виде электрического сигнала регистрируется автоматическим самопишущим потенциометром. Максимум отклонения пера самопишущего автоматического потенциометра приходится на момент отрыва датчика от поверхности жидкости. Характер получаемой записи сигнала на диаграммной ленте аналогичен хроматограммам. Высота полученного пика позволяет получить информацию о величине поверхностного натяжения исследуемой жидкости согласно данным предварительного калибрования устройства.

Калибрование устройства осуществляется при помощи чистых жидкостей с широким диапазоном известных величин поверхностного натяжения (диэтиловый эфир, ацетон, этиловый спирт, глицерин, вода и т.д.). Минимальное количество жидкости, необходимое для калибрования устройства и его нормальной работы, составляет 10 мл. Данную работу необходимо проводить периодически. Для калибрования устройства использовались различные типы датчиков (рис.2), изготовленных из материалов, отличающихся их сорбционными свойствами: серьга из нити молибденового стек-

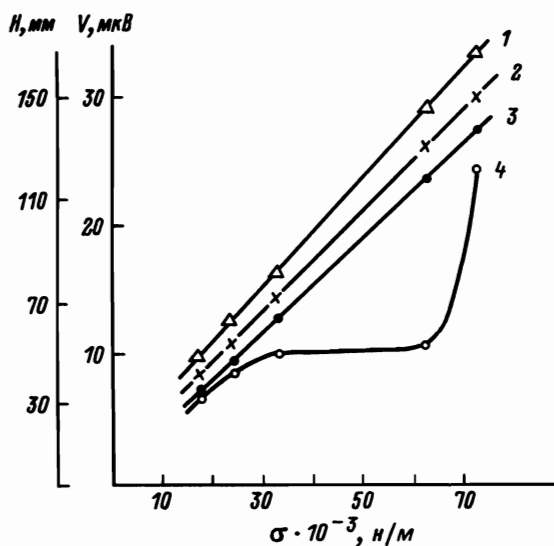


Рис.2. Результаты калибрования устройства

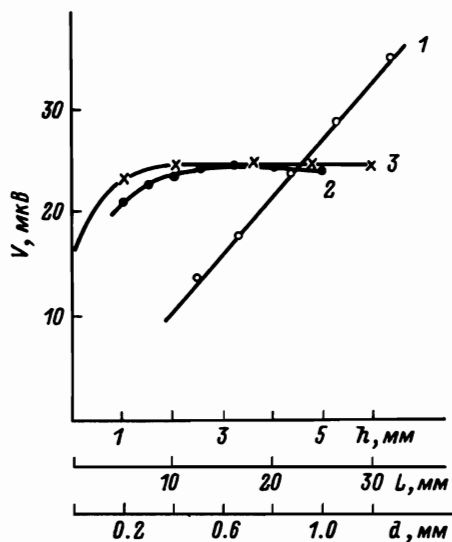


Рис.3. Зависимость электрического сигнала, получаемого с блока тензорезисторов, от: 1 - ширины серьги (l), 2 - толщины провода серьги (L) и 3 - длины "направляющих" серьги (d)

ла ($L = 27$ мм) 1, медной проволоки ($L = 26$ мм) 2, платиновой проволоки ($L = 26$ мм) и кварцевой нити ($L = 22$ мм) 3, а также (в качестве сравнения) пластинка из предметного стекла 4. Величина электрического сигнала, подаваемого с моста сопротивлений на самопишущий автоматический потенциометр, в случае использования в качестве датчика серьги, имеет четкую линейную зависимость с измеряемыми величинами значений поверхностного натяжения калибровочных жидкостей. Полученное уравнение прямой для соответствующего датчика является искомым при последующих определениях величин поверхностного натяжения неизвестных жидкостей.

Проведено исследование влияния геометрических параметров датчика, на примере медной серьги, на величину электрического сигнала. Установлено, что изменение величины электрического сигнала является линейной функцией ширины серьги (рис.3). Кроме того, установлено, что увеличение толщины провода, используемого для изготовления серьги, и длины ее "направляющих", электрический сигнал возрастает до определенной величины и принимает постоянное значение. Данный объем дополнительных исследований позволяет сделать вывод о том, что для определения величины поверхностного натяжения жидкостей следует рекомендовать датчик в виде

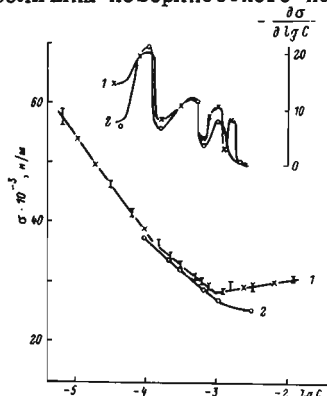


Рис.4. Зависимость $\sigma = f(\lg C)$ и $-\frac{d\sigma}{d \lg C} = f(\lg C)$ растворов олеата натрия: 1 - данные проведенных исследований, 2 - данные из работы [4]

хорошем согласии с литературными данными для обоих видов представленной зависимости [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. - М., 1979, 568 с.
2. А.С.894478 (СССР). Оpubл.в Б.И., 1981, № 48, с.207.
3. Горохов В.М.//Адгезия расплавов и пайка материалов, 1984, вып.12, с.57-58.
4. Zimmels Y., Lin L.Y.// Colloid. and Polymer Sci., 1974, V.252, N 7-8, p.594-612.

жидкостей следует рекомендовать датчик в виде серьги (или кольца), изготовление которой необходимо осуществлять из провода или нити толщиной не более 0,3 мм и длиной "направляющих" 2-3 мм. Это обусловлено тем, что серьга с такими параметрами не дает остаточной деформации блока тензорезисторов и у нее отсутствует момент кручения, характерный для серьги с длиной "направляющих" в 1 мм и менее.

Дополнительная качественная и количественная оценка метода определения величины поверхностного натяжения жидкостей на установке осуществлялась на примере водного раствора олеата натрия различных концентраций. В качестве датчика использовалась серьга из платиновой проволоки толщиной 0,3 мм (рис.4). Результаты проведенных исследований находятся в