

УСТРОЙСТВО АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ БУМАГИ ПО СКОРОСТИ КАПИЛЛЯРНОГО ВПИТЫВАНИЯ

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Актуальность. На сегодняшний день важную роль среди процессов, протекающих на границе «твердое тело – жидкость», играют явления смачивания и растекания на поверхности твердого тела, которые являются начальными и существенными стадиями различных технологических процессов. Изучение, разработка математических моделей, а также приборов для анализа данных систем открывает новые возможности управления этими процессами.

Цель исследования. Явление смачивания, определяемое гидрофильным (гидрофобным) взаимодействием жидкой и твердой фаз, широко распространено в технике, сельском хозяйстве, быту и играет важную роль в протекании большинства природных процессов [1]. От эффективности взаимодействия фаз зависит ход протекания многих технологических процессов, в которых твердая фаза имеет высокую концентрацию поверхности в объеме. В частности, значение угла смачивания во многом определяет процессы протекания флотации, коагуляции, нанесения покрытий, пропитки и т.д. Обширная область практических приложений законов смачивания связана с движением жидкости в пористых средах. Сюда входят разнообразные случаи пропитки пористых тел, процессы сушки, фильтрация. Решение задач построения эффективных систем управления такими процессами невозможно без оценки физико-химической характеристики поверхности раздела фаз, что обуславливает необходимость разработки устройств для оценки динамики процесса впитывания, которая обеспечивает возможность характеристики хода протекания многих технологических процессов. Целью исследования является разработка устройства для определения времени капиллярного впитывания и угла смачивания.

Методы исследования. Оценку физико-химических параметров можно производить по наблюдению за процессом пропитки фильтровальной [2]. Скорость смачивания в данном случае зависит от параметров бумаги (состава, пористости, формы пор, их удельной поверхности и т.д.); состава и свойств воды; внешних факторов [3]. Процесс впитывания характеризуется изменением диэлектрической проницаемости конденсатора, в качестве диэлектрика которого используется впитывающая жидкость бумага.

Прибор, представленный на рисунке 1, состоит из трех преобразователей. Каждый из преобразователей представляет собой конденсатор, между обкладками которого помещается бумага. Емкость с исследуемой средой имеет непосредственный контакт с двумя образцами бумаги (в нижней и верхней частях пробы).

Все конденсаторы располагаются в горизонтальной плоскости и имеют

квадратную форму. Медные металлические поверхности отделены от бумаги тонким слоем пластического диэлектрика для исключения поверхностного течения жидкости под действием статического давления. Для оценки анизотропии бумаги верхний конденсатор разбит на равные секторы, и процесс измерения движения фронта производится отдельно. Для расширения процесса физико-химического анализа свойств в нижний конденсатор встроена система электродов, позволяющая формировать разнополярные кратковременные импульсы, которые приводят к возникновению электроосмотического течения. При одной полярности происходит ускорение движения фронта жидкости, при другой – замедление. Влияние электроосмотических импульсов оценивают с помощью тех же конденсаторов.



Рисунок 1 - Функциональные блоки преобразователя

Анализируемая жидкость или влажный осадок помещается в кювету, которая располагается в центре конденсаторных пластин, после чего начинается процесс смачивания (впитывания). По мере распространения фронта смачивания емкости измерительных конденсаторов увеличиваются. Наличие двух конденсаторов позволяет анализировать седиментационные свойства осадков, разделение которых будет происходить непосредственно в процессе измерения.

Сформированный в измерительной схеме преобразователя конденсатор включается в резонансный контур с индуктивной катушкой. Изменение резонансной частоты параллельного колебательного контура, состоящего из катушки и исследуемой переменной емкости, параметры которой изменяются по мере смачивания фильтровальной бумаги, помещенной между обкладками конденсатора, приводит к изменению частоты на выходе электронного ключа. Это позволяет генерировать импульсы с частотой параллельного колебательного контура. Сигнал от трех одинаковых параллельных измерительных схем поступает на блок цифровой обработки. Изменение параметров исследуемой емкости изменяет частоту, которая регистрируется

контроллером прямым методом (ведется подсчет числа импульсов за установленное время).

Целью измерения емкости является получение зависимости движения фронта смачивания от времени. Однако существуют некоторые трудности в интерпретации измерений, так как структура реальных пористых материалов разнообразна и сложна. Для описания процесса пропитки используют различные модели пористого тела, приближенные к структуре порового пространства реальных объектов. В процессе развития течения жидкости по капиллярам возможны различные ситуации. В наиболее простой модели можно считать, что развитие фронта происходит по экспоненциальной зависимости. Эта модель применима, если не наблюдается изменение параметров краевого угла, не происходит закупоривание капилляров мелкими частицами, которые могут присутствовать в осадке. Отдельным вопросом является влияние поверхностно активных веществ в исследуемой среде [4]. В этом случае могут проявляться нелинейные эффекты, обусловленные изменением концентрации растворенных ионов по мере движения жидкости по капиллярам.

Выводы. Представленное устройство позволяет по изменению емкости конденсатора определять время капиллярного впитывания тестовой бумагой. Проведенные эксперименты показали, что по мере распространения фронта смачивания фильтровальной бумаги, помещенной между обкладками конденсатора, емкость преобразователя изменяется в значительном диапазоне (от 60 до 600 пФ). Данный прибор может найти практическое применение для определения характеристик бумаги (например, ее пористости) при известном составе воды.

Литературные источники

1. Сумм, Б.Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюнов. – М.: Химия, 1976. – 232 с.
2. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон. – М.: Мир. 1979. – 568 с.
3. Аксельруд, Г.А. Введение в капиллярно-химическую технологию / Г.А. Аксельруд, М.А. Альтшулер. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
4. Поверхностно-активные вещества: Справочник / Под ред. А.А. Абрамзона, Г.М. Гаевого.– Л., 1979. – 376с.

N.M. Bogoslav, D.A. Hryniuk, I.O. Orobei

DEVICE FOR DEFINITION OF CHARACTERISTICS OF A PAPER BASED ON DETERMINATIONS OF SPEED OF CAPILLARY ABSORPTION

Belarusian State Technological University, Minsk

Summary

In work is described the design of the device allowing on fluctuation of capacitor capacity to determine a time of capillary soaking by a test paper. The device developed by authors can be used for definition of characteristics of a paper and their conformity existing GOST