DOI: 10.17117/na.2015.12.02.393

Поступила (Received): 24.12.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.393.pdf>

Филиппов В.В., Краснова О.А., Бахтина Е.А.
Экспериментальное исследование процесса
адсорбции паров ацетона на силикагеле

Filippov V.V., Krasnova O.A., Bakhtina E.A.
Experimental study of acetone vapor
adsorption process on silica gel

Описана экспериментальная установка для изучения динамики процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента. Приведены полученные опытные данные по адсорбции пара ацетона на силикагеле. Предложено уравнение для описания полученной зависимости

Ключевые слова: адсорбция, силикагель, уравнение Шилова

Филиппов Вячеслав Васильевич

Кандидат химических наук, доцент
Самарский государственный технический университет
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Краснова Ольга Александровна

Студент
Самарский государственный технический университет
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Бахтина Екатерина Андреевна

Студент
Самарский государственный технический университет
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

The experimental setup for study of the dynamics of the process of adsorption on a stationary bed of adsorbent was described. Test data of acetone vapor absorption process on silica gel is provided. the equation for describing the dependence obtained was suggested

Key words: adsorption, silica gel, the Shilov equation

Filippov Vyacheslav Vasilievich

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Samara state technical university
Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Krasnova Olga Aleksandrovna

Student
Samara state technical university
Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Bakhtina Ekaterina Andreevna

Student
Samara state technical university
Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Ранее [1, с. 142] была описана экспериментальная установка для изучения процесса адсорбции паров органических веществ на стационарном слое адсорбента. В настоящей работе нами была поставлена задача изучить возможности предложенного метода для получения как динамической, так и статической активностей силикагеля по отношению к пару ацетона. Выбор ацетона вызван тем обстоятельством, что он входит в большинство лакокрасочных материалов и представляет определённую опасность при поступлении в воздушную среду. В

этой связи актуальной является задача очистки газовых выбросов лакокрасочных производств от паров летучих растворителей. Выбор силикагеля в качестве адсорбента вызван тем, что он должен хорошо сорбировать полярные молекулы, к которым относится ацетон. Кроме того, время адсорбции на силикагеле оказалось приемлемым для лабораторного исследования.

Для приготовления газовых смесей с заданной концентрацией целевого компонента (в нашем случае ацетона) было предложено использовать смешение потока азота, насыщенного паром ацетона (поток 1), с потоком чистого азота (поток 2). Таким образом, происходило разбавление паров ацетона до заданной концентрации.

Насыщенный паром исследуемого вещества поток азота готовился путём сатурации – пропускания газа над поверхностью жидкости. Сатуратор (рис. 1) представляет собой горизонтальную стеклянную трубку длиной 350 мм и диаметром 30 мм с двумя штуцерами вверху для входа и выхода потоков. До половины сечения трубка заполнена жидкостью (в нашем случае – ацетоном), адсорбцию пара которой предполагается изучать.

Максимальный объёмный расход потока азота через сатуратор 40 мл/мин. Рассчитанная из известного уравнения расхода максимальная линейная скорость газа в сатураторе при таком расходе составляла 11 см/мин., а время пребывания азота в сатураторе равнялось 3 мин. Этого времени вполне достаточно для насыщения потока газа паром исследуемого вещества.

Рис. 1. Схема сатурации потока азота паром исследуемого вещества

Рис. 2. Интерфейс программы обработки эксперимента

Для управления расходами потока азота, идущего в сатуратор, и потока, поступающего на разбавление, были использованы электронные ротаметры-регуляторы Mass-View (Bronkhorst High-Tech, Голландия).

Для детектирования проскока адсорбтива за слоем адсорбента был применён детектор по теплопроводности (катарометр). Появление целевого компонента вызывало разбаланс моста детектора, который усиливался и визуализировался на мониторе компьютера в виде нулевой линии (рис. 2). Кроме того, созданная нами программа позволяла вести процесс адсорбции в режиме реального времени, измерять расходы потоков, давление в сатураторе и архивировать результаты эксперимента.

Адсорбент (силикагель) засыпался в стеклянную трубку диаметром 10 мм с опорной сеткой из нержавеющей стали.

Взвешивание трубки адсорбера (пустой, с адсорбентом и после насыщения паром исследуемого вещества) проводилось на аналитических весах модели ViBRA AF 224RCE японской фирмы Shinko Denshi.

Давление в сатураторе измерялось электронным датчиком (преобразователем) давления ПД100-ДИ 0,025-111-1,0.

Переключение потоков азота на сатуратор осуществлялось с помощью четырёхходового крана (рис. 3).

Рис. 3. Принцип работы четырёхходового крана

Рис. 4. Зависимость времени защитного действия слоя адсорбента от его массы

На рис. 4 показан график зависимости времени защитного действия от массы силикагеля.

Полученные экспериментальные данные хорошо описываются линейным уравнением

$$\tau = 602,99m - 21,559,$$

где τ – время защитного действия слоя адсорбента, с; m – масса адсорбента, г.

Полученный результат хорошо согласуется с известным линейным уравнением Шилова [2], связывающим время защитного действия и высоту слоя адсорбента. Так как измерение массы проводится с более высокой точностью, чем высоты слоя, нами в качестве аргумента функциональной зависимости использована масса адсорбента.

Список используемых источников:

1. Филиппов В.В., Краснова О.А. Экспериментальное исследование динамики процесса адсорбции // Современные тенденции в образовании и науке. Ч. 3. Тамбов. 2014.
2. Серпионова Е.Н. Промышленная адсорбция газов и паров. М.: Высш. школа, 1969. 414 с.

© 2015, Филиппов В.В., Краснова О.А., Бахтина Е.А.
Экспериментальное исследование процесса
адсорбции паров ацетона на силикагеле

© 2015, Filippov V.V., Krasnova O.A., Bakhtina E.A.
Experimental study of acetone vapor adsorption
process on silica gel