

АДСОРБЦИЯ ИЗ РАСТВОРОВ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПОЛЕ  
И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© 2013 г. А. Н. Мафтуляк

*Институт химии АН Молдовы  
Молдова, 2028-МД, Кишинев, ул. Академическая, 3  
E-mail: alexei.maftuleac@yahoo.com*

Поступила в редакцию 09.07.2012 г.

Предложено устройство, предназначенное для изучения адсорбции в центробежном поле, которое позволяет вносить сорбент в реактор с адсорбируемым веществом во время центрифугирования. Устройство состоит из дозатора, вмонтированного в крышку реактора, и командной/принимавшей системы с инфракрасным каналом связи. Дозатор содержит бункер для сыпучего материала с открывающейся дверцей и фиксирующий механизм, удерживающий дверцу закрытой при центрифугировании. При подаче команды на разгрузку бункера приемная часть электронной системы расплавляет нить из термопластика, которая удерживает шток и дверцу на дне бункера, и сорбент попадает в реактор.

DOI: 10.7868/S0032816213030117

## ВВЕДЕНИЕ

Один из наиболее распространенных процессов в современной химической технологии — разделение компонентов смеси или выделение из нее одного определенного химического соединения. Для этой цели применяются модифицированные различными способами минеральные или углеродные адсорбенты [1]. Скорость процесса адсорбции во многом зависит от скорости диффузии молекул адсорбируемого вещества (адсорбата) в поры адсорбента. Этот процесс (до установления адсорбционного равновесия) может длиться от нескольких часов до нескольких дней. Поэтому продолжают поиски способов сокращения длительности производственных процессов и замены периодических операций на непрерывные. Проведение адсорбции в динамических условиях в разделительных колоннах не удовлетворяет выдвигаемым требованиям. Один из перспективных путей повышения эффективности адсорбционных процессов — адсорбция в центробежном поле. Опубликовано довольно много теоретических и экспериментальных работ [2–4], доказывающих преимущества применения центробежных полей в технологии. Например, наши эксперименты по адсорбции красителей (конго красный, прямой голубой) на промышленном активированном угле марки БАУ показали [5], что удельная адсорбция адсорбата из раствора при относительном центробежном ускорении  $a \approx 2700g$  (где  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ ) повышается в 1.8 раза (почти вдвое) по отношению к ее величине, полученной в обычных условиях. Рост скорости диффузии молекул адсорбата в поры адсорбента объясняется тем, что при центрифугировании давление в растворе на периферии центрифуги возрастает в сотни и тысячи раз,

и это приводит к принудительному вдавливанию адсорбата в пористую структуру адсорбента.

При изучении процессов адсорбции в центрифуге возникает необходимость выяснить, как влияет скорость вращения (или центробежная сила) на эффективность этого процесса. Для этого в работе [6] было предложено использовать дозатор, позволяющий вносить сорбент в раствор адсорбата непосредственно во время центрифугирования при известном (заданном) значении центробежного ускорения, когда доступ к химическому реактору исключен.

## ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

На рисунке приведена схема устройства, содержащего дозатор, который можно вмонтировать в крышку химического реактора, размещенного на одном из плеч ротора центрифуги, и дистанционную командную систему. Дозатор состоит из бункера 5, предназначенного для размещения сыпучего материала (сорбента), с дверцей 12 на его дне. Дверца удерживается в закрытом состоянии фиксирующим механизмом, который представляет собой металлическую трубку 2 с закрепленной внутри стальной пружиной 4 со стержнем — штоком 3. В исходном состоянии пружина 4 действует на стержень, выталкивая частично его из трубки. Нижний конец стержня согнут в форме крючка для удержания дверцы дна в положении “закрыто”. Верхний конец стержня снабжен кольцом, на котором крепится термопластичная нить, проходящая через блок 7 и нагревательную спираль 8. Концы натянутой нити закрепляются в фиксаторе 10. Нагревательная спираль подсоединена к токопроводящей стойке 11, которая вместе с дверцей 12, фиксирующей

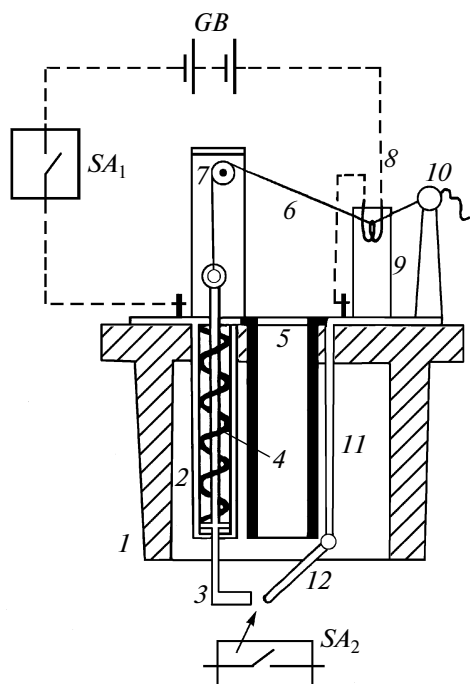


Схема дозирующего устройства.  $SA_1$  – выключатель (исполнительный механизм электронной схемы, принимающей команды);  $SA_2$  – выключатель (соединение дверцы 12 и штока 3);  $GB$  – гальваническая батарея; 1 – крышка реактора; 2 – корпус фиксирующего механизма; 3 – шток; 4 – стальная спираль; 5 – бункер; 6 – термопластическая нить; 7 – блок; 8 – накаливающая спираль; 9 – изолирующий термостойкий корпус нагревателя; 10 – фиксатор нити 6; 11 – токопроводящая стойка; 12 – дверца – дно бункера.

щим механизмом и исполняющим элементом (выключателем) электронной схемы, принимающей команды, образует электрическую цепь гальванической батареи  $GB$ , установленной радиально противоположно химическому реактору. Эта батарея служит еще и противовесом реактору, уравновешивая таким образом ротор центрифуги.

Соединительные провода прикреплены к плечу ротора. В качестве химического реактора используется стеклянный стакан центрифуги, закрытый полдой резиновой пробкой. Во внутренней части пробки закреплены бункер с дверцей и фиксирующий механизм. Остальные детали дозатора – стойка с блоком, термически изолированная накаливающая спираль, электрические клеммы прикреплены на внешней стороне пробки. Для защиты от повреждений и от воздействия среды предусмотрен эластичный, прозрачный колпак, прикрывающий всю эту конструкцию (на рисунке не показан).

Принимающая часть системы управления устройством с инфракрасным каналом связи установлена в центре ротора, где центробежная сила минимальна. Напротив нее, на крышке центрифуги, установлена электронная схема, снабженная светодиодом, которая передает команды на испол-

нение. Подобные электронные системы применяются, например, для дистанционного управления работой бытовых приборов. В нашем устройстве предусмотрена также возможность программированной активации передающей схемы (от реле времени или реле, параллельного тахометру центрифуги) или оператором вручную.

При включении электронной схемы она по оптическому каналу передает команду на включение накаливающей спирали 8, вследствие чего термопластическая нить расплавляется и освобождает стержень, удерживающий дверцу бункера. Дверца 12 открывается, при этом обрывается и электрическая цепь дозатора. Под действием центробежной силы содержимое бункера высыпается в реактор. Подобный способ открывания дверцы бункера применяется для снижения вероятности отказа в работе всего устройства, так как при центрифугировании детали устройства становятся “тяжелее” в сотни и тысячи раз.

После проведения цикла адсорбции центрифугу останавливают, извлекают из нее реактор и обычным способом определяют остаточную концентрацию адсорбируемого вещества в реакторе. Для нового эксперимента необходимо вернуть устройство в исходное состояние. Для повышения производительности центрифуги можно использовать комплект предварительно уравновешенных дозаторов, срабатывающих от общей или своей отдельной командной схемы.

В серийных экспериментах дозатор (пробка со всеми прикрепленными деталями) просто снимается и заменяется таким же, заранее подготовленным, с новой нитью и заполненным бункером.

Предложенное устройство позволяет расширить арсенал технических средств для изучения адсорбционных процессов в условиях “повышенной гравитации” и опробовать новые возможности их оптимизации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984.
2. Федосеев В.Б. Автореф. ... дис. д-ра хим. наук. Н. Новгород, 2005.
3. Trent D.L. // Re-Engineering the Chemical Processing Plant. Process Intensification / Eds. A. Stankiewicz, J.A. Moulin. N.Y.: Marcel Dekker Inc., 2004. P. 46–79.
4. Lin Chia-Chang, Liu Hwai-Shen. // Ind. Eng. Chem. Res. 2000. V. 32. № 1. P. 161.
5. Maftuleac A., Ţîmbaliuc N. // A 31-a Conferință Națională de Chimie, 6–8 octombrie 2010., Râmnicu Vâlcea, România, P. 207 (Мафтуляк А., Цымбалюк Н. // 31-я Национальная конференция по химии 6–8 октября 2010 г., Рымнику Вылча, Румыния, С. 207, на румынском).
6. Lupaşcu T., Maftuleac A., Petuhov O. Brevet MD 4070. Int.Cl. B04B 11/04, G 01F 11/00, G01F 13/00, B04B 13/00 // Buletin oficial de proprietate industrială. 2011. № 10. P. 22–23.