

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА СКОРОСТЬ ПРОЦЕССА ИОННОГО ОБМЕНА

Ионный обмен — универсальный процесс, обеспечивающий удаление ионизированных токсичных примесей до любой заданной концентрации, с помощью ионообменных смол. Доминирующим фактором, определяющим скорость ионного обмена, является диффузия ионов внутри зерна ионита. Недостатком данного процесса является то, что скорость диффузии в процессе невелика и ускорение процесса приведет к повышению эффективности процесса.

Технология ионного обмена применяется для умягчения, удаления нитратов и деминерализации воды. Также ионный обмен используется для: объемного анализа, разделения ионов, деионизации воды, а наиболее эффективной формой применения ионообменных процессов является применение фильтров, заполненных ионитами.

Название ионообменных смол (ионитов) полностью отражает их суть: это вещества, которые способны обменивать свои ионы на ионы окружающей среды. Как правило, это твёрдые органические смолы, напоминающие гель и полученные синтетическим путём (иониты естественного происхождения встречаются редко) [1, с. 98].

В процессе длительного использования ионообменные смолы истощаются и для восстановления первоначальной емкости ионита необходимо проводить его регенерацию.

Процессом регенерации ионообменных материалов называется стадия цикла сорбция – регенерация, состоящая из последовательных операций, приводящих к восстановлению первоначальной емкости и формы ионита [2, с. 140].

Исследования в области регенерации ионообменных смол с использованием электрического поля, направлены на получение определенного количества ионов регенерата, необходимого для регенерации точного количества ионообменной смолы (безреагентные методы). Не смотря на малый расход реагентов, эти методы требуют больших затрат электричества и времени.

В специализированных изданиях встречаются данные о положительном влиянии постоянного электрического поля в системе «ионит-раствор», позволяющее ускорить массообмен. Результаты представлены на примере регенерации катионообменных смол в слабом электрическом поле. Однако значение диапазона «слабого электрического поля» не приведены.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния электрического поля на процесс ионного обмена. Эксперимент проходил в два этапа:

1) определение параметров слабого электрического поля при проведении процесса регенерации катионита КУ-2-8;

2) исследование влияния электрического поля на процесс насыщения катионита КУ-2-8.

Определение параметров слабого электрического поля при проведении процесса регенерации катионита КУ-2-8 проводили по следующей методике:

Химическая регенерация. Через лабораторную ячейку, заполненную истощенным ионами меди катионитом, пропускали 5% раствор H_2SO_4 . Установив скорость пропускания раствора, отбирали пробы фильтрата и фотометрически определяли концентрацию ионов меди в процессе регенерации смолы.

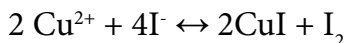
При электрохимической регенерации, истощенная смола находилась между электродами и через колонку по направлению движения регенерационного раствора пропускали слабый электрический ток. Концентрацию меди определяли аналогично процессу химической регенерации [2, с. 67].

По полученным данным построили зависимость степени регенерации катионита от времени (рис.1).

Ранее полученные результаты показывают, что при наложении слабого электрического поля на ионообменную колонку заполненную катионитом наблюдается положительный эффект ускорения процесса регенерации [3, с.180; 4, с.149]. Дальнейшие исследования показали, что эффект сохраняется в диапазоне силы тока от 0,2 до 0,7 А, а при последующем увеличении силы тока до 0,8 А эффект ускорения массообмена также имеется, однако действует значительно слабее предыдущих, следовательно, можно выделить границы «слабого электрического поля» в пределах которых процесс регенерации катионита интенсифицируется.

Эта же идея, о положительном воздействии слабого электрического поля на процесс массообмена между раствором и ионитом, была перенесена на процесс насыщения катионита. Эксперимент проводили по схеме аналогичной процессу регенерации. Определение концентрации ионов Cu^{2+} в производили титриметрическим методом.

Определение Cu^{2+} основано на реакции:



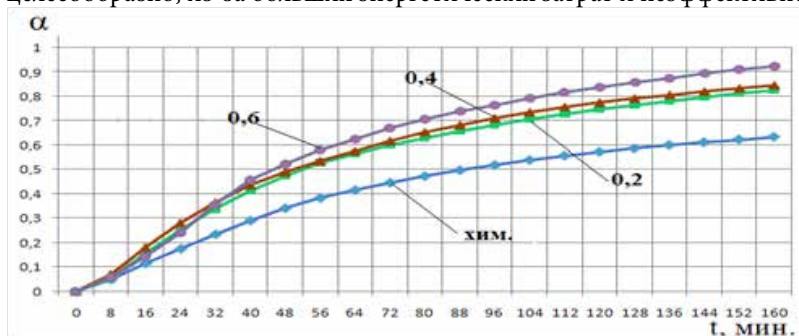
Заполнили бюретку раствором тиосульфата натрия. В колбу для титрования внесли раствор соли меди (2+), 1 М раствор H_2SO_4 , 5%-й раствора иодида калия и титровали стандартным раствором тиосульфата натрия до бледно-желтой окраски суспензии. Прибавили 1%-й раствор крахмала и продолжили титрование до тех пор, пока суспензия от одной капли титранта не стала белой. Титрование проводили три раза. [5, с.54].

По полученным данным построили зависимость степени насыщения катионита ионами меди от времени (отбор пробы 8 мин) (рис.2).

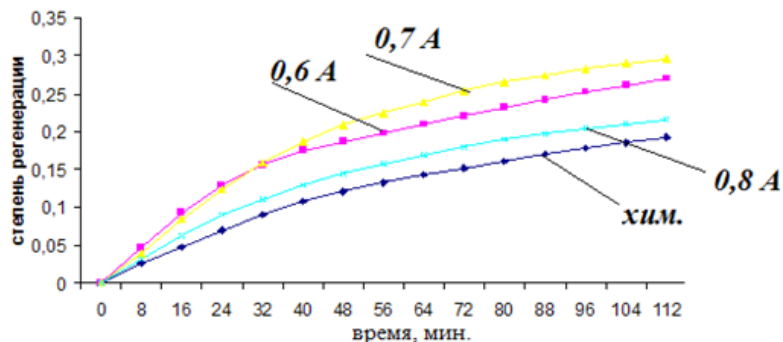
Полученные результаты показывают, что слабое электрическое поле практически не влияет на процесс насыщения катионита. Причиной является разная подвижность ионов находящихся в растворе, влияющая на электропроводность, и как следствие на затрату электроэнергии, необходимой для создания электрического поля.

Таким образом, в данной работе определен диапазон значений слабого электрического поля, положительно влияющего на скорость процесса ионного

обмена (в процессе регенерации катионита), который составляет $6,25 - 43,75 \text{ mA/cm}^2$, а использование слабого электрического поля в процессе насыщения катионита не целесообразно, из-за больших энергетических затрат и неэффективности процесса.



а) Ранее полученные результаты



б) Результаты проведенных исследований

Рисунок 1 Зависимость степени регенерации КУ-2-8 под действием слабого электрического поля: а – ранее полученные результаты; б – результаты исследований

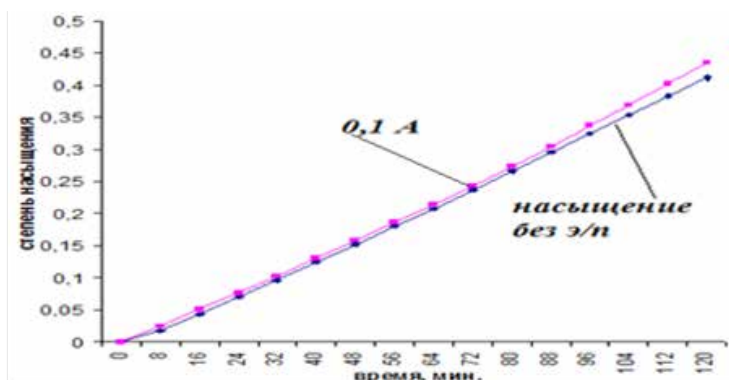


Рисунок 2 Зависимость степени насыщения катионита КУ-2-8

Cu_2SO_4 под действием слабого электрического поля

Список используемой литературы

1. Ф.Гельферих Иониты. Основы ионного обмена / Ф.Гельферих – М.: «Издательство иностранной литературы», 1962. – 491 с.
2. К.В. Чмутов Ионный обмен / К.В. Чмутов – М.: «Издательство иностранной литературы», 1951. – 391 с.
3. Е.А. Магдыч Вопросы химии и химической технологии / Е.А. Магдыч, Н.Д. Кошель, А.М. Акимов – Днепропетровск: 2007. - №5. - 190 с.
4. Е.А. Магдыч Вопросы химии и химической технологии / Е.А. Магдыч, Н.Д. Кошель, А.М. Акимов- Днепропетровск: 2008. - №5. - 192 с.
5. О.Ф.Стойнова Титриметрические методы в фармацевтическом анализе / О.Ф.Стойнова, И.В.Шкутина, В.Ф.Селеменев, М.В.Рожкова – Воронеж: 2005. – 67 с.