



УДК 664.1.003.1

## Характеристики сорбции красящих веществ на анионите ФИБАН-А6

Ситников А.И., Сорокина Ю.Н., Кривенко Н.Н., Свиридова Е.А.

*Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж*

Поступила в редакцию 26.11.2010 г.

### Аннотация

Исследован процесс сорбции продуктов щелочного разложения редуцирующих веществ из водных растворов волокнистым ионообменным материалом ФИБАН А-6. Получена изотерма сорбции красящих веществ при температуре 293 К. Изучено влияние сахарозы на степень извлечения красящих веществ.

**Ключевые слова:** сорбция, красящие вещества, анионит

Process of sorption of products of alkaline decomposition of reducing substances from water solutions by a fibrous ion-exchanger «FIBAN A-6» is investigated. The isotherm of sorption of colours is received at temperature 293 K. Influence of saccharose on a degree of extraction of colours is studied.

**Keywords:** sorption, colours, ion-exchanger

### Введение

Во многих отраслях пищевой и химической промышленности одной из стадий технологического процесса является удаление красящих веществ из производственных растворов. Цветность растворам сахарного производства придают в основном продукты щелочного распада редуцирующих веществ (ПЩРРВ), карамелизации сахарозы, меланоидины и др. ПЩРРВ и меланоидины являются электролитами, а продукты карамелизации сахарозы – неэлектролитами [1].

Поскольку большая часть красящих веществ сахарного производства представляет собой смесь электролитов, одним из перспективных методов дополнительного удаления красящих веществ может служить применение ионообменных материалов.

В литературе имеются сведения о сорбции красящих веществ ионообменными смолами [1]. Установлено, что большинство красящих веществ, являющихся электролитами, имеют кислотный характер и удаляются анионитами в *ОН*- и *Cl*-формах, а меньшая их часть – основной характер и задерживается катионитами.

В последнее время для очистки воздуха от вредных примесей и извлечения ионов тяжелых металлов из питьевой и технической воды широко применяют волокнистые ионообменные материалы. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с ионообменными смолами [2].

Волокнистые карбоксильные иониты ФИБАН, синтезированные в институте физико-органической химии НАН Беларуси, достаточно эффективны при использовании их в качестве сорбентов для удаления из водных растворов ионов жесткости и тяжелых металлов, а также красителей. В литературе имеются данные о сорбции из водных растворов на материалах ФИБАН ионов цинка [3], а также катионных и анионных красителей [4]. Степень сорбционного выделения некоторых красителей достигает 98 %.

В связи с этим исследование закономерностей сорбции красящих веществ сахарного производства, в частности ПЩРРВ, из водных растворов волокнистыми ионитами представляет научный и практический интерес. Кроме того, с точки зрения использования ионитов марки ФИБАН для осветления производственных сахарных растворов вызывает интерес изучение влияния сахарозы на степень извлечения красящих веществ.

### Эксперимент

В связи с тем, что ПЩРРВ представляют собой преимущественно слабые кислоты, для изучения сорбции выбрали анионит ФИБАН А-6. Перед использованием сорбент подвергали кондиционированию в соответствии с ГОСТ 10896-78 и получали анионит в *Cl*-форме.

Оценку сорбционной очистки осуществляли по изменению оптической плотности раствора. Поскольку красящие вещества обладают индикаторными свойствами, изменение *pH* может оказывать влияние на результаты измерений, поэтому *pH* растворов контролировали до и после сорбции.

Для получения исходного раствора ПЩРРВ применяли методику, предложенную в [1]. В раствор инвертного сахара концентрацией 0,25 моль/дм<sup>3</sup>, содержащий 55 % глюкозы и 45 % фруктозы, добавляли *CaO* в количестве 1 % к массе раствора и нагревали в течение восьми часов в колбе с обратным холодильником на кипящей водяной бане, поддерживая *pH* = 11,5. Массовую долю сухих веществ в исходном растворе ПЩРВ определяли рефрактометрически.

Исследование проводили методом отдельных навесок. Для оценки сорбционной способности анионита ФИБАН А-6 готовили серию водных растворов ПЩРВ путем разведения исходного раствора в 5,0; 4,0; 2,5; 1,67; 1,33 раза и измеряли содержание сухих веществ СВ, %. При изучении влияния сахарозы на степень извлечения красящих веществ готовили серию водных растворов ПЩРВ одной концентрации с молярностью сахарозы 0,03; 0,15; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 моль/дм<sup>3</sup>. Оптическую плотность полученных растворов измеряли при длине волны светофильтра 540 нм. Образцы воздушно-сухого анионита ФИБАН А-6 массой 0,2 г помещали в колбы, содержащие 50 см<sup>3</sup> раствора красящих веществ. Сорбцию осуществляли при температуре 20 °С, перемешивая в течение 40 мин, поскольку предварительными опытами установлено, что этого времени достаточно для установления динамического равновесия в системе. После проведения сорбции растворы фильтровали и снова измеряли их оптическую плотность.

В промышленности для осветления растворов применяют активированный уголь, поэтому представляло практический интерес сравнение его сорбционной способности с ФИБАНОМ. В связи с этим были проведены опыты по сорбции ПЩРРВ медицинским активированным углем, масса которого также составила 0,2 г.

Для определения содержания СВ в растворах после сорбции построили калибровочный график зависимости оптической плотности исходных растворов  $D_{исх}$

от содержания сухих веществ ( $CB_{исх}$ , %). Погрешность определения оптической плотности по графику в среднем составила 4 %.

Количество поглощенных ПЩРРВ ( $A$ , моль/г) рассчитывали по формуле

$$A = \frac{(c_{исх} - c_{равн}) \cdot V}{m},$$

где  $c_{исх}$  и  $c_{равн}$  – исходная и равновесная концентрация ПЩРРВ в растворе, моль/дм<sup>3</sup>;  $V$  – объем водного раствора ПЩРРВ, дм<sup>3</sup>;  $m$  – масса анионита, г.

## Обсуждение результатов

Значения  $CB$  растворов после сорбции, определенные по калибровочному графику в зависимости от величины оптической плотности  $D_{кон}$ , приведены в табл. 1.

Для определения величины предельной сорбции красящих веществ на ионите ФИБАН А–6 и активированном угле рассчитаны молярные концентрации красящих веществ в исходных и осветленных растворах и определены значения сорбции. Результаты эксперимента представлены на рис. 1. S–образный вид изотермы сорбции ПЩРРВ на ФИБАНА А–6 характеризует формирование нескольких адсорбционных слоев. Найдены значения предельной сорбции, которые составили 0,102 и 0,042 моль/г для анионита и активированного угля, соответственно.

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные данные

исходного раствора $D_{исх}$	Оптическая плотность		Содержание сухих веществ		
	после сорбции $D_{кон}$		исходного раствора $CB_{исх}$ , %	после сорбции $CB_{кон}$ , %	
	на ФИБАНА	на активированно м угле		на ФИБАНА	на активированно м угле
0.135	0.0225	0.11	0.50	0.090	0.442
0.170	0.042	0.14	0.63	0.169	0.562
0.275	0.0977	0.24	1.0	0.392	0.964
0.405	0.140	0.35	1.50	0.562	1.406
0.420	0.150	0.355	1.88	0.602	1.426

В результате проведенных исследований установлено, что степень извлечения красящих веществ на анионите ФИБАН А–6 в среднем составляет 70 %, а на активированном угле – 15 %. Опытным путем определено, что для получения раствора с такой же оптической плотностью, как при использовании 0,2 г анионита ФИБАН, необходимо в 10 раз больше активированного угля.

Присутствие сахарозы не оказывает влияния на исходную оптическую плотность раствора. Зависимость  $D_{кон}$  раствора красящих веществ от концентрации сахарозы  $c_{сх}$  выражается уравнением:

$$D_{кон} = -0,129 c_{сх} + 0,842.$$

Установлено, что с увеличением концентрации сахарозы до 1,46 моль/дм<sup>3</sup> степень извлечения красящих веществ снижается с 80 до 65 %, что может быть связано с увеличением вязкости и связыванием красящих веществ с сахарозой.

Таким образом, установлено, что ионообменник ФИБАН А–6 является эффективным сорбентом красящих веществ сахарного производства. Полученные результаты могут служить основой для проведения дальнейших исследований с целью применения ионита для дополнительной очистки производственных сахаросодержащих растворов.

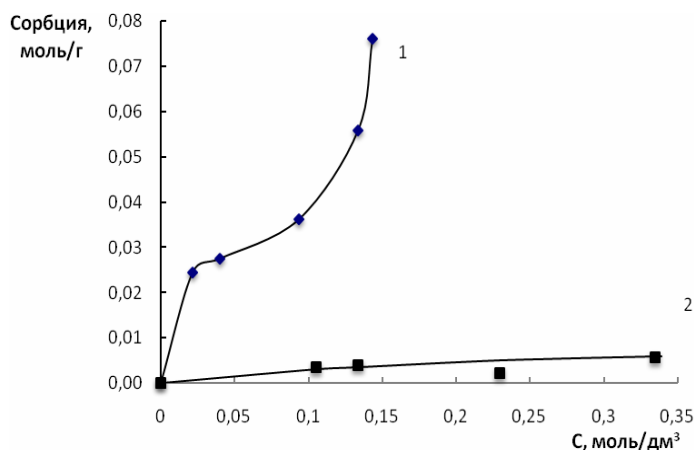


Рис. 1. Изотермы сорбции красящих веществ:  
1 – ФИБАН А–6; 2 – активированный уголь

### Список литературы

1. Сапронов А.Р., Колчева Р.А. Красящие вещества и их влияние на качество сахара / М.: Пищевая промышленность, 1975. – С. 348.
2. Сорокина Ю.Н., Ситников А.И., Кривенко Н.Н. Изучение сорбции красящих веществ волокнистыми материалами / Материалы XLVI отчетной науч. конф. за 2007 г. Ч. 1. – ВГТА, Воронеж, 2009. – С. 98.
3. Огородников В.А., Солдатов В.С., Шункевич А.А. Сорбция цинка из водных растворов волокнистыми карбоксильными ионитами ФИБАН // Химия и технология воды. – 2006. – Т. 28, № 6. – С. 543 – 557.
4. Солдаткина Л.М., Синькова Л.А., Солдаткина Л.М., Сагайдак Е.В., Поликарпов А.П., Шункевич А.А. Сорбционное выделение анионных и катионных красителей с помощью волокнистого полиамфолита ФИБАН АК–228 // Вестник Одесского национального университета. – 2008. – Т. 13, вып. 12. – С. 108.

**Ситников Александр Иванович** – к.т.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии, Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж, тел. (4732) 55-34-71

**Сорокина Юлия Николаевна** – к.т.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии, Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж

**Кривенко Надежда Николаевна** – к.т.н., Старший преподаватель кафедры физической и коллоидной химии, Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж

**Свиридова Елена Алексеевна** – старший преподаватель кафедры физической и коллоидной химии Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж

**Sitnikov Alexander I.** – the senior lecturer of faculty physical and colloid chemistry the Voronezh state technological academy, Voronezh

**Sorokina Julia N.** – the senior lecturer of faculty physical and colloid chemistry the Voronezh state technological academy, Voronezh, e-mail: [zulfia\\_sor@mail.ru](mailto:zulfia_sor@mail.ru)

**Krivenko Nadezhda N.** – the senior teacher of faculty physical and colloid chemistry the Voronezh state technological academy Voronezh, Voronezh

**Sviridova Helena A.** the senior teacher of faculty physical and colloid chemistry the Voronezh state technological academy Voronezh, Voronezh