

рого 0,1 г/г сорбента, а по скорости фильтрации – «сипрон» и сульфуголь.

Рекомендуемая плотность укладки полипропиленовых волокон в безнапорных фильтрах 150–190 кг/м<sup>3</sup>, что соответствует потере напора в фильтре  $\sim(0,15-0,30)10^5$  Па при высоте слоя фильтрующего материала  $\sim 0,9-1,3$  м и скорости фильтрации не менее 0,1–0,2 м/ч.

На основе описанных в работе волокнистых сорбентов изготавливаются системы оборотного водоснабжения, боновые заграждения для ликвидации разливов нефтепродуктов на поверхности воды, например, после аварий трубопроводов и нефтеналивного оборудования. На рисунке схематически представлена промышленно поставляемая установка для оборотного технического водоснабжения, например, для автомобильных моек.

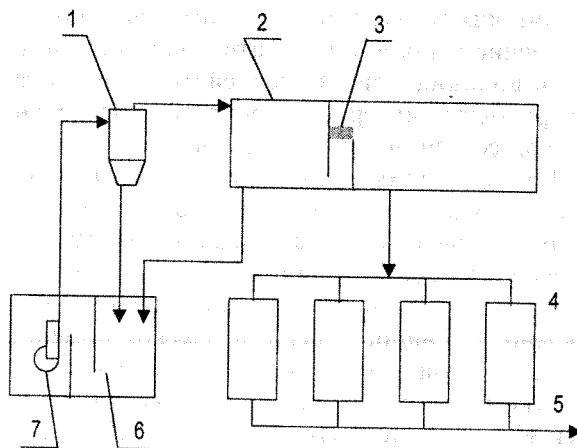


Рис. 1. Принципиальная схема установки оборотного технического водоснабжения: 1 – гидроциклон; 2 – напорный бак; 3 – фильтр из стекловолокна; 4 – фильтры с набивкой волокнистым сорбентом; 5 – линия очищенной воды; 6 – емкость с исходной водой; 7 – насос

УДК 541.183;665.666

В.В. Бордунов\*, С.В. Бордунов\*, Л.Ю. Новоселова\*, И.А. Соболев\*,  
А.С. Ситников\*\*, В.А. Ситников\*\*, О.Л. Васильева\*\*

## ИОНООБМЕННЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТОВ

\*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск

\*\*Томский государственный педагогический университет

Наиболее широкое применение волокнистые материалы находят в процессах фильтрации для очистки водных и воздушных сред. По сравнению с промышленными гранулированными сорбентами – волокнистые имеют высокую удельную поверхность (на уровне 10 м<sup>2</sup>/г) и сорбцию в кинетических условиях, которая в отличие от гранулированных сорбентов не лимитируется стадией диффузии сорбата внутрь зерен сорбента.

Обменная емкость волокнистых сорбентов достаточно высока для промышленного применения и не снижается при многократных циклах регенерации кислотами и щелочами. Кроме того, волокнистые сорбенты обладают более высокими механическими свойствами, не истираются и не измельчаются в процессе работы и характеризуются более продолжительным сроком эксплуатации по сравнению с гранулированными сорбентами.

Синтез формованных гранулированных сорбентов является сложным и многостадийным процессом, а исходные продукты для синтеза, например, ионита КУ-2-8 – сополимер стирола с дивинилбензолом имеют высокую стоимость, что обеспечивает высокую цену промышленных зернистых и гранулированных сорбентов.

Волокнистые сорбенты на основе отходов полипропилена, получаемые по технологии ИХН

СО РАН, содержат в своем составе функциональные карбоксильные и карбонильные группы, что придает волокнам определенные ионообменные свойства. Себестоимость их производства значительно ниже гранулированных и зернистых сорбентов. Образцы волокон из термопластов в основном из смесевых композиций полипропилена (ПП) марок 21030-16 – 21060-16 и полистирола, а также из полиэтилентерефталата (ПЭТФ), были получены на опытной установке с центробежно-аэродинамическим способом получения волокна.

В процессе получения волокна полимерный материал подвергался частичному окислению кислородом воздуха, что по данным ИК-спектроскопии приводило к появлению в спектре полос поглощения, характерных для карбонильных, карбоксильных и гидроксильных функциональных групп в области 1600–1850 см<sup>-1</sup>. Готовый продукт представляет собой волокна с диаметром от 0,1–10 мкм до 150–300 мкм. Цвет от светлого до темно-серого (при неокрашенном сырье). Насыпная плотность образца волокнистых материалов составляла 107–192 кг/м<sup>3</sup> при порозности 80,7–87,5 %.

Основными методами модификации волокнистых материалов на основе полиолефинов, которые весьма устойчивы к действию большинства

химических реагентов и окислителей, являются осаждение сорбционных материалов на поверхность волокна или взаимодействие реагента с поверхностью материала-носителя с образованием слоя сорбционного материала.

Для получения волокнистых катионообменных материалов из полиолефинов и полиэфиров было произведено сульфирование полистирола, введенного в состав полипропилена в количестве 5–15 % мас. в процессе получения волокна. Установлено, что наибольшей статической обменной емкостью обладает волокно, полученное при обработке раствором серной кислоты концентрацией 93 % мас. при температуре 100–105 °С. Целью модификации волокон из полимерных материалов в процессах сорбционной очистки воды являлось повышение сорбционной емкости и селективности при сохранении и других достоинств волокнистых сорбентов.

При исследовании процесса сорбции ионов металлов хемосорбционным волокном состава: 15 % полистирола, 85 % полипропилена, сорбция элементов проводилась в статическом (0,1 г сорбента, V=50 мл) режиме. О количестве сорбированного металла судили по разности концентраций между первоначальным раствором и раствором после сорбции.

$$Q_c = Q_0 - Q_1 \quad (1)$$

$$R = (Q_c / Q_0) \times 100 \%, \quad (2)$$

где  $Q_c$  – количество металла, извлеченного сорбентом, мг;  $Q_0$  – количество исходного металла, мг;  $Q_1$  – количество металла, оставшегося после сорбции, мг.

Содержание никеля и меди в растворах определяли атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 22001-87.

Стандартный раствор никеля готовили растворением  $NiCl_2 \cdot 6H_2O$  в дистиллированной воде. Точную навеску соли количественно переносили в мерную колбу емкостью 1000 мл и доводили до метки. Растворы солей металлов с меньшими концентрациями готовили путём разбавления исходных.

В пробирку с притертой пробкой вводили определенное количество соли металла в виде водного раствора V=25 мл с концентрацией 10 мкг/мл, добавляли соляной кислоты до pH=7, вносили 0,1 г волокнистого сорбента в пробирку и встряхивали в течение 15–60 мин. Встряхивание производили на термостате WU-4. О полноте извлечения судили по количеству оставшегося в растворе металла, содержание которого определяли атомно-абсорбционным методом (табл. 1). Процент сорбции определяли по формуле (2).

Для выделения, концентрирования и разделения ионов металлов с использованием различных

Таблица 1  
Данные атомно-абсорбционного анализа после встряхивания

τ, мин	C <sub>к</sub> , ра-ра	H <sub>ник</sub> , мм	H <sub>с</sub> , мм	R, %
15	0,9	104	11	91
30	0,7	104	9	93
60	0,4	104	6	96

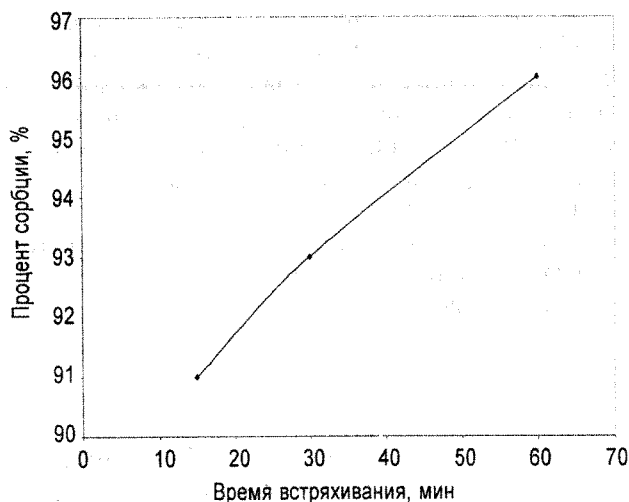


Рис. 1. Зависимость процента сорбции от времени встряхивания

сорбентов большое значение имеет кислотность растворов, поскольку формы нахождения ионов в растворе и состояние функциональных групп сорбентов во многом определяется концентрацией ионов водорода.

Сорбцию проводили при pH 2,4 и 7 (табл. 2). Количественное извлечение никеля наблюдается в широком диапазоне концентраций. При этом наблюдается снижение степени извлечения с увеличением концентрации хлороводородной кислоты, что может быть обусловлено конкурирующим влиянием хлорид ионов (рис. 2).

В рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с ГХК (г. Железногорск) выполне-

Таблица 2  
Влияние pH на степень извлечения элементов, t=15 мин

pH	C <sub>к</sub> , ра-ра	H <sub>ник</sub> , мм	H <sub>с</sub> , мм	R, %
2	4,1	33	13,5	59
4	1,09	39	24	89,1
7	0,02	12	6	99,8

ны испытания двух образцов волокнистых ионообменных материалов на реальных технологических растворах следующего состава: жесткость общая – 8,75 мг-экв/л, щелочность – 8,60 мг-экв/л, кальций – 6,3 мг-экв/л, магний – 2,45 мг-экв/л, сухой остаток – 460 мг/л, активность по цезию-137 –  $1,75 \times 10^6$  Бк/л. На катионообменных волокнах, полученных из полипропилена с добавкой 5 % мас. полистирола и последующим сульфированием

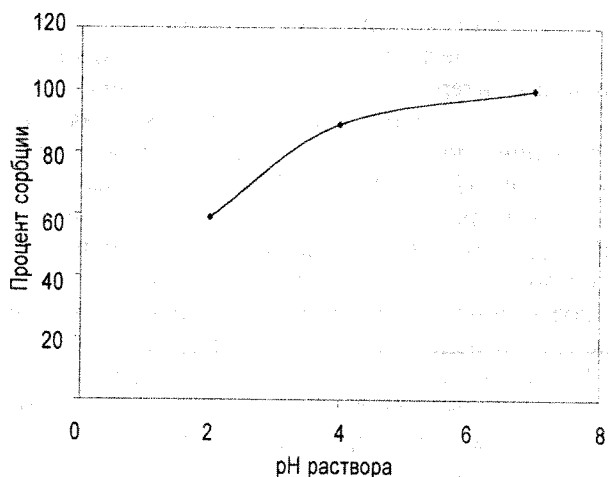


Рис. 2. Влияние pH на степень извлечения элементов

активность фильтрата после пропускания раствора через волокно составила  $7,34 \times 10^5$  Бк/л (коэффициент очистки 2,4), а активность филь-

тра после пропускания технологического раствора через волокно из ПЭТФ после сульфирования при  $100^\circ\text{C}$  составила  $1,24 \times 10^6$  Бк/л (коэффициент очистки 1,4). Измерения производились на полупроводниковом детекторе типа GC-5420 по гамма-излучению цезия-137 в анализируемой пробе.

Таким образом, при введении 5 % мас. стирола в объем исходного ПП с последующим сульфированием полученного волокна достигнут коэффициент очистки технологической воды от цезия-137, приближающийся по своему значению к коэффициенту очистки на стандартных смолах типа КУ 2-10. При дальнейшей оптимизации процессов получения волокон из смесей термопластов и совершенствовании методики введения функциональных групп возможно получение волокнистых ионообменных материалов с характеристиками, сопоставимыми с ионообменными смолами.

УДК 336

Ф.Ф. Идрисов

## ХЕДЖИРОВАНИЕ ПРОЦЕНТНОГО РИСКА В ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Томский государственный педагогический университет

Мир становится все более изменчивым. И это особенно ощущается в сфере бизнеса: быстро меняются товарный ассортимент, виды услуг, их стоимость, все более динамичными становятся кредитный и валютный рынки и т.д.

В данной работе рассматривается процентный риск, с которым предприниматель сталкивается постоянно. Такой риск обусловлен неблагоприятными колебаниями процентных ставок. И несмотря на то, что природа процентного риска достаточно проста, опыт показывает, что предприниматели не всегда вполне себе его представляют, принимая решения по займам или вложениям.

Как известно, займы и вложения осуществляются как при плавающей, так и при фиксированной процентной ставке. И процентный риск в наибольшей степени касается предпринимателей, представляющих банковские и финансовые сферы, а также фирмы, осуществляющие займы или инвестиции в значительных объемах. В этой связи актуальной является задача управления риском, неэффективное решение которой может грозить в итоге большими потерями или даже банкротством.

Процентная ставка может изменяться по-разному:

а) повышение или снижение общего уровня ставок;

б) изменение ставок по одним финансовым инструментам относительно других;

в) изменение кривой процентных ставок.

При этом предприниматель подвержен множеству разновидностей процентного риска, в частности:

а) риску увеличения расходов по обслуживанию займа или уменьшения доходов от инвестиций из-за колебаний общего уровня процентных ставок;

б) риску превышения расходов по обслуживанию займа, взятого под фиксированный процент, над расходами в случае займа под плавающий процент (или наоборот);

в) риску изменения кривой процентных ставок, когда стоимость краткосрочного займа выше долгосрочного (или наоборот) и т.д.

Уровень процентных ставок зависит главным образом от рыночных факторов спроса на денежные средства и их предложения, а также объемов интервенции Центрального банка. Они, в свою очередь, обусловлены:

а) темпами экономического роста и инфляции;

б) объемами государственных займов;

в) денежной политикой правительства.

В целях уменьшения или компенсации подверженности риску предприниматель использует хеджирование. Между страхованием и хеджированием имеется принципиальное различие. Хеджирова-