

УДК: 628.16.081.3:628.164:628.165

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ФИЛЬТРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Панкратов Д.А., канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник, доцент кафедры;

e-mail: pankratov@radio.chem.msu.ru;

Борисова Е.М., техник;

Воликов А.Б., младший научный сотрудник,

химический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3

В статье приводятся результаты лабораторных испытаний четырех фильтрующих композиций, представленных на рынке водообработки и предназначенных для комплексной очистки воды. Показано, что данные статических и динамических испытаний хорошо согласуются между собой. Все испытанные фильтрующие композиции продемонстрировали удовлетворительные результаты по сорбции из воды ионов жесткости и железа. В ходе слепого тестирования в двух независимых лабораториях показано, что максимальная степень очистки воды от ионов железа и сорбционная емкость, в том числе после многократных циклов регенерации, наблюдается для фильтрующей композиции Multisorb (производства ООО «Дифрано Юнион», Украина), предназначенной для комплексной очистки воды.

Ключевые слова: питьевая вода, водопроводная вода, ионы жесткости, ионы железа, фильтрующие и сорбционные материалы.

RESULTS OF LABORATORY RESEARCH OF FILTERING COMPOUNDS FOR INTEGRATED WATER TREATMENT

Pankratov D.A., Ph.D. of chemical sciences, leading researcher, associate professor of the chair;

Borisova E.M., technician;

Volikov A.B., junior researcher,

faculty of chemistry, Moscow State University, Moscow

The article provides results of laboratory testing of four filtering compounds available at water treatment facilities marker and designed for integrated water treatment. It is revealed that data of static and dynamic tests are nicely correlating with each other. All tested filtering compounds demonstrated satisfactory results of absorbing ions of hardness and iron ions from water. During blind testing in two independent laboratories it was demonstrated that maximum degree of water purification of iron ions and absorbing capacity, including those after multiple regeneration cycles, is displayed by filtering compound "Multisorb" (manufactured by "Difrano Union" LLC, Ukraine) designed for integrated water purification.

Key words: potable water, running water, hardness ions, iron ions, filtering and absorbing compounds.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема удовлетворения нужд населения и промышленности в чистой воде [1, 2] приобрела острую актуальность во всем мире. Для обеспечения все возрастающих требований к количеству потребляемой воды открываются новые месторождения, разрабатываются технологии повторного использования сточных вод [3]. Однако независимо от происхождения и назначения воды второй по значимости является проблема ее качества [4]. В зависимости от объемов потребляемой воды, ее назначения и источников применяются различные технологии очистки, направленные на улучшение качества воды. При этом часто экономический фактор – стоимость водоочистки – является тем аргументом, который и определяет выбор технологии для индивидуального пользователя. В этом смысле перспективными представляются набирающие популярность технологии с применением фильтрующих композиций для

комплексной очистки воды [5, 6]. Комбинируя в одном объеме фильтрующие и несколько адсорбирующих этапов водоочистки, эти технологии позволяют проводить очистку воды от множества загрязняющих веществ в одну стадию, что дает значительную экономию по сравнению с классическими многоэтапными методами [7, 8].

Цель настоящей работы заключалась в сравнении эффективности представленных на рынке фильтрующих композиций для комплексной очистки воды, направленном на прогнозирование экономического эффекта от их применения. Для этого проводили тестирование в двух независимых исследовательских лабораториях в условиях слепого эксперимента, т.е. композиции перед отправкой на испытания шифровали номерами. Расшифровку производителей композиционных сорбентов для всех участников работы произвели непосредственно перед подготовкой данной публикации, т.е.

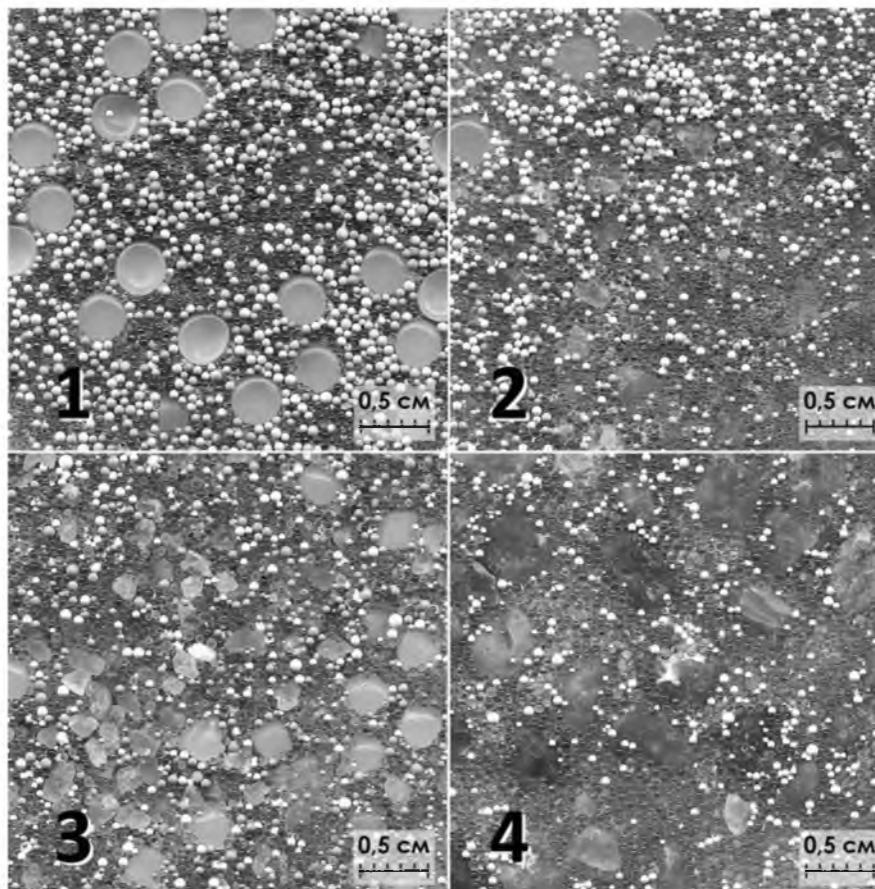


Рис. 1. Внешний вид протестированных в работе фильтрующих композиций:
1 – Multisorb; 2 – Ecomix; 3 – Filtrosmart; 4 – Jurbymix

после завершения и утверждения протоколов всех испытаний.

В тестировании участвовали фильтрующие композиции четырех широко представленных на рынке стран СНГ производителей: Ecomix (Экософт), Filtrosmart (Гидротех инжиниринг), Jurbymix (Джурби), Multisorb (Дифрано Юнион). Визуально композиции представляли собой многокомпонентные смеси, включающие гранулированный полимер (6–10 об.%), мелкодисперсную минеральную компоненту (5–11 об.%), макропористый анионит (13–30 об.%) и гелевый и макропористый катионит (55–74 об.%) (рис. 1). Кроме того, в тестах приняла участие экспериментальная фильтрующая композиция Multisorb-М («Дифрано Юнион»), предназначенная для очистки воды с высоким содержанием органических примесей.

Тестирование проводили силами двух независимых исследовательских лабораторий России и Украины. Пробы всех образцов отбирали из внутренней части упаковок производителя в объемах, превышающих необходимые для тестирования более чем в двадцать раз, упаковывали в герметичные пакеты, шифровали и пересылали в независимые лаборатории. Усреднение проб перед анализом проводили по стандартным методикам отбора средних проб. Все эксперименты осуществляли одновременно в одинаковых условиях.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Определение количественных характеристик сорбции ионов железа на четырех образцах указанных фильтрующих композиций проводили статическим методом. Подобная методика исключает возможность механической очистки воды от соединений железа [например, продуктов гидролиза – оксигидросоединений железа (III)] путем ее фильтрации через слой сорбента, что не позволяет провести ошибочную интерпретацию результатов эксперимента. С другой стороны, полученные в статических условиях данные характеризуют термодинамические свойства изучаемых систем и позволяют сделать заключение об относительном изменении адсорбционных характеристик для композиций схожего состава

и назначения. Сами же результаты тестирования по данной методике демонстрируют, какое количество ионов железа сорбируется из раствора в условиях полного насыщения фильтрующего материала, что является одним из наиболее важных показателей эффективности работы фильтрующего материала по железу.

Для получения изотерм сорбции ионов железа фильтрующими композициями серию навесок тестируемых образцов заливали раствором, содержащим ионы железа (III), с концентрациями от 0,2 до 10,0 мг/л. Растворы готовили из стандартов путем разбавления бидистиллированной водой. Полученные растворы помещали в центрифужные пробирки, герметично закрывали и перемешивали в течение 20 ч. Затем отделяли раствор от фильтрующего композита и анализировали равновесное содержание железа в растворах [9].

По результатам измерений в экспериментах изучения изотерм сорбции определяли величину избыточной адсорбции по формуле [10]:

$$\Gamma = (C_0 - C_p) \cdot V/m, \quad (1)$$

где: C_0 и C_p – исходная и равновесная концентрации (мг/л) вещества в растворе объемом V (л) над навеской m (г) сорбента.

Так как массовая доля влаги в образцах композиций значительно различалась (ее определяли по методике [11] с сушкой при 60 °С) (табл. 1), массу навески пересчитывали на «сухой» сорбент. Полученные в экспериментах изотермы сорбции образцов Ecomix и Filtrosmart имеют схожий характер и могут быть отнесены к изотермам L4 типа [12], характерного для систем, в которых энергия адсорбции не зависит от степени заполнения адсорбирующей поверхности. Намного более пологая изотерма, полученная для образца Jurbymix, может быть отнесена к типу S3, соответствующему системам с сильным межмолекулярным взаимодействием адсорбированных молекул и малой энергией взаимодействия растворенного вещества и адсорбента. Кроме того, на начальном участке изотермы этого образца наблюдается десорбция ионов железа в раствор, что свидетельствует о наличии в исходной композиции ионов железа,

Таблица 1

Параметры уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха для сорбции ионов железа (III) изученных композиций

| Торговая марка композиции | Массовая доля влаги, % | Уравнение Ленгмюра | | | | Уравнение Фрейндлиха | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------|---------|---------------------|-------------|----------------------|------|---------------------|
| | | $\Gamma_{\text{макс}}$, мг/г | K, л/мг | КДМ* R ² | G, кДж/моль | β | 1/n | КДМ* R ² |
| Multisorb | 45,6 | 1,11 | 2,77 | 0,925 | -12,5 | 5,17 | 1,55 | 0,978 |
| Ecomix | 36,7 | 0,80 | 0,71 | 0,978 | -9,1 | 0,34 | 0,82 | 0,904 |
| Filtrosmart | 39,2 | 0,86 | 0,68 | 0,878 | -9,0 | 0,38 | 0,91 | 0,948 |
| Jurbymix | 23,5 | 1,12 | 0,20 | 0,990 | -6,0 | 0,25 | 3,36 | 0,922 |

* КДМ коэффициент детерминации модели.

относительно легко вымываемых в раствор. Резко восходящая изотерма Multisorb с равным успехом может быть отнесена как к типу S1, так и к типу C1, свойственному для систем с неизменным числом адсорбционных центров в широком диапазоне концентраций. Таким образом, из качественного анализа общего вида изотерм сорбции следует, что эффективность композиции Multisorb, Ecomix и Filtrosmart как сорбентов ионов железа (III) не снижается по мере «загрязнения» их поверхности адсорбатом, а для Multisorb, по-видимому, в изученном интервале концентраций не наблюдается «отравление» его поверхности сорбируемыми ионами. Композиция Jurbymix, очевидно, может быть эффективна, как раз после ее «отравления» и только при предельно высоких концентрациях ионов железа, что свидетельствует, об ином механизме связывания железа (возможно, посредством коагуляции).

Для количественной интерпретации адсорбционных свойств композиций из данных нормированных на «сухой» сорбент линеаризацией в обратных или логарифмических координатах методом МНК определили формальные параметры уравнений Ленгмюра [13] и Фрейндлиха [14] (см. табл. 1), соответственно. Согласно полученным термодинамическим характеристикам композиции Ecomix и Filtrosmart очень схожи по своим свойствам друг с другом, как в модели Ленгмюра, так и в модели Фрейндлиха (см. табл. 1). Например, согласно первой модели эти композиции характеризуются относительно невысокой предельной величиной адсорбции, но значительной константой адсорбционного равновесия. Образец Multisorb по модели

Ленгмюра отличается как высокой предельной величиной адсорбции, так и максимальным выигрышем энергии при взаимодействии адсорбента с адсорбатом. Максимальное значение константы соответствующего равновесия для данного образца наблюдается и в модели Фрейндлиха (табл. 1). Термодинамические параметры, полученные для образца Jurbymix, менее однозначны (см. табл. 1). Несмотря на то что в модели Ленгмюра сорбент обладает одним из лучших значений предельной сорбционной емкости, величина константы адсорбционного равновесия для него минимальна как по модели Ленгмюра, так и по модели Фрейндлиха. Исходя из значительной величины параметра 1/n модели Фрейндлиха для данной композиции, можно уверенно предположить, что ее сорбционные свойства обусловлены межмолекулярными взаимодействиями адсорбата, что актуально только в случаях высоких концентраций адсорбтива в растворе. Таким образом, из полученных термодинамических характеристик следует, что максимальные значения предельной величины адсорбции и энергетического выигрыша (т.е. удерживающей способности) при сорбции ионов железа наблюдается для композиции Multisorb. Несмотря на то что для фильтрующей композиции Jurbymix потенциал по емкости ионов железа столь же высок, удерживающая способность сорбента минимальна, что на практике не позволит ему реализовать свои возможности даже при средних концентрациях адсорбируемых ионов. Фильтрующие композиции марок Ecomix и Filtrosmart вновь показали средние и очень схожие результаты. И хотя сорбционная

емкость для этих марок ниже, чем у лидеров тестирования, примерно на 20–30%, высокая энергия связывания адсорбируемых частиц несомненно позволит использовать их для водоочистки воды, хотя и в меньших объемах, чем для Multisorb.

Наиболее наглядной характеристикой эффективности очистки модельных растворов адсорбентами различных производителей является зависимость степени извлечения катионов железа из растворов от их исходной концентрации (рис. 2), которую определяли согласно уравнению:

$$\alpha = [(C_0 - C_p)/C_0] \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где: C_0 и C_p – концентрации ионов железа в растворе до и после процесса сорбции.

Видно, что композиция Multisorb демонстрирует максимальное значение степени извлечения железа из водных растворов. Во всем изученном диапазоне концентраций она уверенно превышает 90% и мало зависит от концентрации адсорбтива. Фильтрующие композиции Ecomix и Filtrosmart при низких концентрациях адсорбтива демонстрируют изначально относительно невысокую, но монотонно возрастающую с ростом концентрации эффективность по извлечению ионов железа. При концентрациях железа выше 2 мг/л степень извлечения достигает 90% и

далее изменяется слабо. Композиция Jurbymix имеет еще более сложную зависимость степени извлечения от концентрации. При минимальной концентрации модельного раствора (0,22 мг/л) для нее вообще наблюдается десорбция железа в раствор (см. рис. 2). Далее эффективность сорбента медленно растет и достигает уровня двух предыдущих сорбентов только при максимальной концентрации железа в растворе (10 мг/л). Так как в реальных природных водах такие концентрации железа маловероятны, полезность такого сорбента неочевидна. По этой причине, а также из-за наличия в исходном сорбенте загрязняющих ионов железа в последующих экспериментах данную композицию заменили экспериментальным составом Multisorb-M («Дифрано Юнион»).

Следующие эксперименты были направлены на изучение не только эффективности сорбентов, но и стабильности фильтрующих материалов для очистки воды по ионам железа и жесткости. В испытаниях принимали участие фильтрующие композиции Multisorb, Multisorb-M, Filtrosmart и Ecomix. В этом случае изучали сорбционные свойства композиций по отношению к ионам железа (II), так как именно в этой форме, менее подверженной гидролизу, железо содержится в природной воде [15]. Для этого тестирования готовили модельные растворы, содержащие 5 мг/л ионов железа (II)

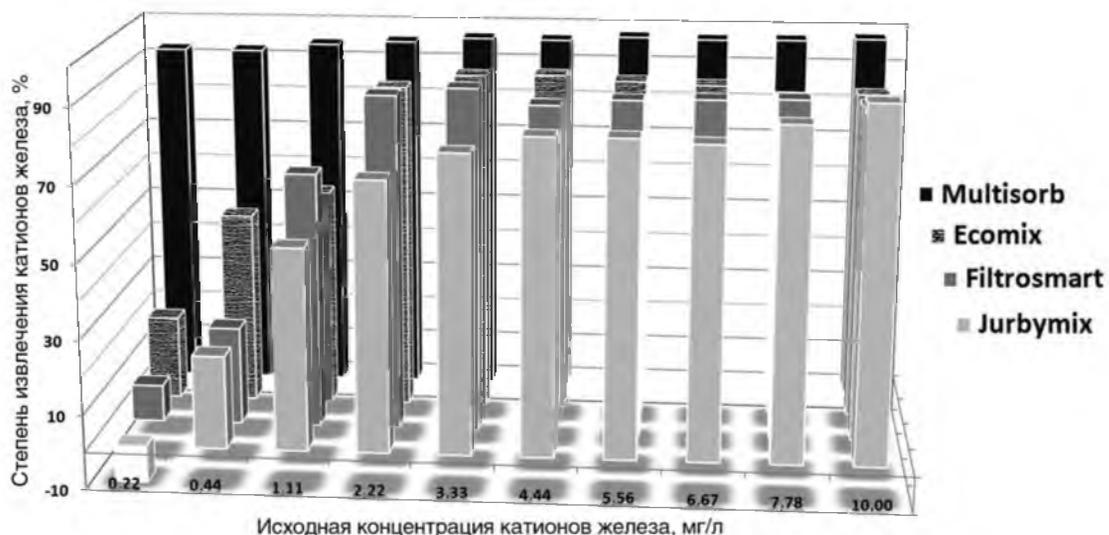


Рис. 2. Зависимость степени извлечения катионов железа из модельных растворов фильтрующими композициями различных производителей

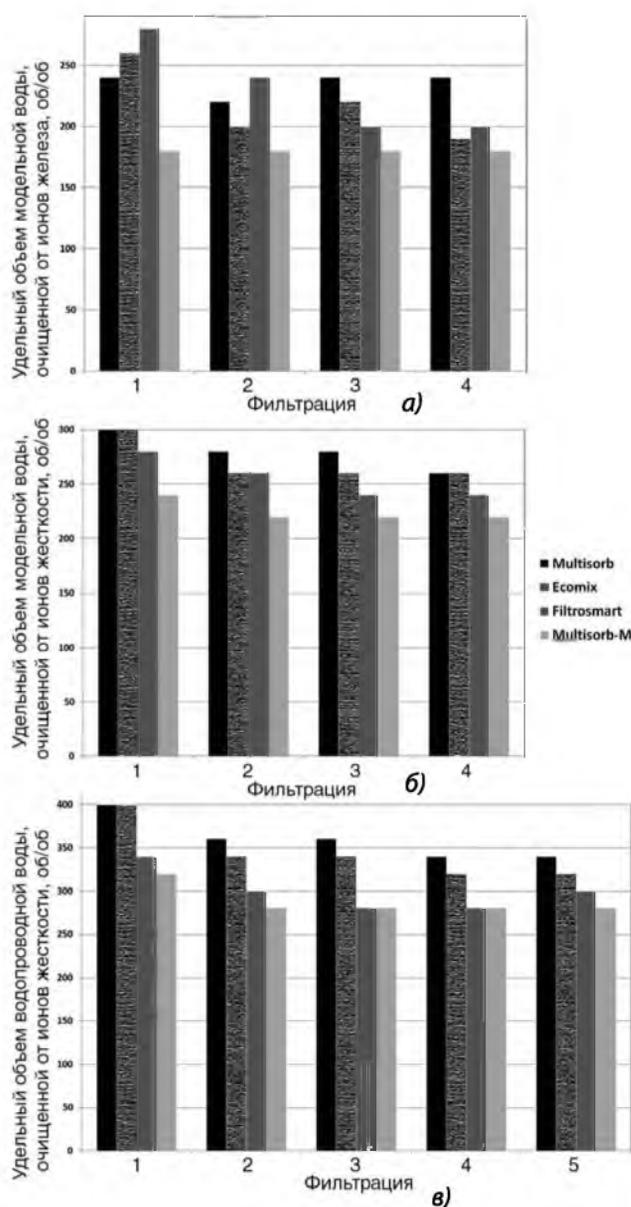


Рис. 3. Объемы очищенной воды фильтрующими композициями в зависимости от фильтроцикла: а – от ионов жесткости в модельном растворе; б – от ионов железа в модельном растворе; в – от ионов жесткости в водопроводной воде

с использованием дистиллированной воды. Жесткость в растворах доводилась до уровня водопроводной воды добавлением CaCl_2 . Моделирование водопроводной воды потребовалось вследствие высокого содержания в поставляемой водопроводной воде гипохлорит-ионов, которые окисляли ионы железа (II) до железа (III). Было проведено по 4 фильтроцикла с контролем концентрации ионов жесткости до проскоковой

концентрации 2,0 мгэкв/л и ионов железа до 0,3 мг/л [16]. Регенерацию сорбентов проводили 8%-ным раствором NaCl со скоростью потока 4 об/об в час и расходом в 160 г NaCl на 1 л загрузки композиции.

Изменения удельных объемов очищенной воды от ионов жесткости и железа до проскоковых концентраций в зависимости от порядкового номера фильтроцикла в пересчете на 1 л изученных сорбентов представлены на рис. 3а, б. Из полученных данных следует (табл. 2), что наименьший объем очищенного модельного раствора от ионов жесткости и железа был получен при использовании композита Multisorb-M. Однако для него же наблюдается минимальное падение емкости по всем контролируемым ионам. Максимальный удельный объем очищенной воды для каждой группы ионов был получен для другого фильтрующего композита того же производителя Multisorb. При этом падение емкости по ионам железа для него не наблюдалось, хотя по параметру среднего падения емкости по ионам жесткости он занимает среднее положение. Средний расход хлорида натрия для регенерации данной композиции также минимален. Фильтрующие композиции других производителей занимают промежуточное положение между рассмотренными выше по параметру удельного фильтруемого от ионов объема воды, но параметр среднего падения емкости по ионам железа для них значительно выше (см. табл. 2). Очевидно, что композиции производства «Дифрано Юнион» содержат одинаковый сорбент по иону железа, отличающийся специфичной и обратимой адсорбцией ионов этого переходного элемента. Возможно, различие между сорбентами этого производителя заключается только в разном относительном содержании данного специфичного сорбента.

На заключительном этапе тестирования изучали поведение фильтрующих композиций при очистке обычной водопроводной воды от ионов жесткости. Как уже было указано, используемая для тестов вода содержала значительное количество гипохлорит-ионов после проведения поставщиком воды процедур обеззараживания

Таблица 2

Некоторые параметры фильтроциклов изученных фильтрующих композиций для модельного раствора «ионы жесткости / железо (II)» и водопроводной воды

| Эксперимент | Средняя величина параметра на один фильтроцикл | Наименование фильтрующей композиции | | | |
|--------------------------------------|---|-------------------------------------|--------|-------------|-------------|
| | | Multisorb | Ecomix | Filtrosmart | Multisorb-M |
| Модельный раствор (4 фильтроцикла) | Падение емкости по ионам железа (II), % | 0,0 | 6,7 | 7,1 | 0,0 |
| | Удельный объем очищенной воды по ионам железа (II), об/об | 235 | 217,5 | 230 | 180 |
| | Падение емкости по ионам жесткости, % | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 2,1 |
| | Удельный объем очищенной воды по ионам жесткости, об/об | 280 | 270 | 255 | 225 |
| | Расход NaCl г/л очищенной воды | 0,57 | 0,59 | 0,63 | 0,71 |
| Водопроводная вода (5 фильтроциклов) | Падение емкости по ионам жесткости, % | 3,0 | 4,0 | 2,4 | 2,5 |
| | Удельный объем очищенной воды по ионам жесткости, об/об | 360 | 344 | 300 | 288 |
| | Расход NaCl г/л очищенной воды | 0,44 | 0,47 | 0,53 | 0,56 |

водопроводной воды хлором. Было проведено пять фильтроциклов с параметрами регенерирующих операций аналогичными, указанным выше. Диаграммы изменения удельных объемов очищенной воды от ионов жесткости до проскоковой концентрации 2,0 мг экв/л для каждого сорбента представлены на рис. 3в. Полученные для водопроводной воды данные (см. табл. 2) для изученных сорбентов хорошо согласуются с результатами для модельных растворов, это указывает на то, что существенных изменений сорбционных свойств композиций при переходе от модельных растворов к воде, требующей очистки, на практике не наблюдается. Так, максимальный и минимальный средний удельный объем очищенной от ионов жесткости водопроводной воды получили для обеих фильтрующих композиций производства «Дифрано Юнион». При этом Multisorb-M вновь характеризуется минимальным средним падением емкости по ионам жесткости, а для Multisorb эта величина снова является промежуточной среди всех сорбентов. Сорбенты других производителей

характеризуются средними показателями каждого из параметров фильтроцикла.

ВЫВОДЫ

На основании представленных результатов слепых межлабораторных тестов пяти фильтрующих композиций, применяемых для комплексной очистки воды, можно дать следующие характеристики каждой из них.

Jurbymix. Визуально (см. рис. 1) фильтрующая композиция отличалась от других образцов наличием интенсивно окрашенных минеральных компонент. Возможно, именно они явились источником избыточных ионов железа в статичных экспериментах в сильно разбавленных растворах. Это, а также низкое значение эффективной энергии адсорбции ионов железа на сорбенте и минимальные степени извлечения, показанные этим сорбентом для тестовых растворов железа (III), послужили причиной его удаления из перечня образцов, подвергнутых тестам, в фильтроциклах. Очевидно, что указанные недостатки ставят под сомнение высокую эффек-

тивность данного продукта при очистке воды от железа.

Multisorb. В термодинамических экспериментах сорбент продемонстрировал высокую предельную величину адсорбции и экстремально высокие значения констант равновесия адсорбции ионов железа (III). В динамических тестах продемонстрировал максимальные удельные объемы воды, очищенной как от ионов жесткости, так и от ионов железа (II). Показал высокую эффективность регенерации по железу, что говорит о потенциально долгом сроке службы из-за предотвращения отравления катионита.

Ecomix. Проявил средний уровень по всем показателям. Для него характерно резкое падение емкости по всем изученным ионам после первого же фильтроцикла. Несколько более эффективная регенерация по железу, чем у композиции Filtrosmart, косвенно предполагает более длительный срок службы фильтрующей композиции.

Filtrosmart. В статических экспериментах полностью продублировал показатели состава Ecomix. В динамических экспериментах продемонстрировал хорошую селективность по железу. Тем не менее смесь имеет невысокую общую емкость по ионам железа и особенно по ионам жесткости. Отсутствие эффективной регенерации по железу и существенное снижение фильтроцикла на практике приведут к быстрому отравлению фильтрующего материала. Об этом косвенно свидетельствует наблюдавшееся в процессе тестирования сильное загрязнение сорбента гидроксидом железа (III) $Fe(OH)_3$.

Multisorb-M. Модифицированный состав показал невысокие результаты по удалению солей жесткости и ионов железа. Однако он продемонстрировал наилучшие показатели регенерации. Максимально высокая регенерация по железу и жесткости говорит о длительном сроке службы из-за предотвращения отравления катионита железом. Низкая емкость по солям жесткости свидетельствует о меньшем количестве катионита в смеси в сравнении с остальными материалами.

Таким образом, в ходе слепого тестирования в двух независимых лабораториях показано, что

максимальная степень очистки воды от ионов железа и сорбционная емкость, в том числе после многократных циклов регенерации, наблюдается для фильтрующей композиции для комплексной очистки воды марки Multisorb (ООО «Дифрано Юнион», Украина).

Библиографический список

1. **Данилов-Данильян В.И.** Дефицит пресной воды и мировой рынок // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32. – № 5. – С. 625–633.
2. **Черных Г.С., Старостин А.С.** Анализ современного состояния и тенденций пресноводных ресурсов России и меры по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с их загрязнением и дефицитом // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2014. – Т. 4. – № 1. – С. 75–84.
3. **Шешеня Н.Л.** Мониторинг источников водоснабжения населения питьевой водой // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2012. – Т. 50. – № 2. – С. 14–26.
4. **Рабинский М.А., Душко А.О., Жиров Е.Н.** Очистка сточных вод в России: проблемы и пути решения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2013. – Т. 65. – № 5. – С. 40–45.
5. **Буренин В.В.** Новые конструкции фильтров для очистки и обезвреживания производственных сточных вод // Экология и промышленность России. – 2006. – № 12. – С. 12–15.
6. **Богданович Н.Г., Скоморохова С.Н., Ягодкин И.В.** и др. Очистка природной воды модифицированными сорбционно-фильтрующими материалами // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2013. – Т. 65. – № 5. – С. 26–31.
7. **Балаев И.С., Кучма Г.Г., Яковенко О.Б.** и др. Направления модернизации установок водоподготовки в условиях финансового кризиса // Энергосбережение и водоподготовка. – 2011. – № 3. – С. 15–19.
8. **Балаев И.С., Кучма Г.Г., Яковенко О.Б.** и др. Современные решения в системах промышленной водоподготовки // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2011. – Т. 38. – № 2. – С. 24–30.

9. **Унифицированные методы** анализа вод / Под ред. Лурье Ю.Ю. – М.: Химия, 1973. – 376 с.
 10. **Смирнов А.Д.** Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
 11. **ГОСТ 10898.1-84.** Иониты. Методы определения влаги. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.
 12. **Giles C.H., Smith D., Huitson A.** A general treatment and classification of the solute adsorption isotherm. I. Theoretical. // Journal of colloid and interface science. – 1974. – V. 47. – P. 755–765.
 13. **Langmuir I.** The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum // Journal of the American Chemistry Society. – 1918. – V. 40. – Is. 9. – P. 1361–1403.

14. **Freundlich Von H.** Über den begriff der Adsorption // Koll.-Zeitschr. – 1908. – V. 3. – P. 212–220.
 15. **Кострикин Ю.М., Мещерский Н.А., Коровина О.В.** Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 252 с.
 16. **Питьевая вода и водоснабжение** населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. – М.: Рид Групп, 2012. – 128 с.

ЛУЧШИЕ ИДЕИ. ЛУЧШИЙ ОПЫТ

<http://gendirektor.panor.ru/>

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ



На правах рекламы



индексы

16576 82714

В каждом номере: актуальные вопросы управления производством; практический опыт ведущих российских и зарубежных предприятий, в т. ч. в области модернизации производства, антикризисного управления, технической политики, инновационного менеджмента; создание эффективной системы управления качеством; эксклюзивная информация из Госдумы РФ, Минэкономразвития РФ, Федеральной антимонопольной службы и других ведомств о законодательных инициативах и готовящихся нормативных актах; лучший мировой опыт страхования промышленных рисков и создания системы риск-менеджмента на предприятии; внедрение новейших ИТ-разработок в промышленности; судебная и арбитражная практика, консультации ведущих юристов; управление персоналом. Бизнес-кейсы; рецепты успеха от признанных консультантов по управлению.

Наши эксперты и авторы: Кушнарев А.В., управляющий директор ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат»; Семенов В.В., директор Департамента базовых отраслей Минпромторга РФ; Гейко М.В., генеральный директор завода «Русская механика», Рыбинск; Поляков И.В., генеральный директор омского ПО «Радиозавод им. Попова А.С.»; Юрьев А.Б., управляющий директор Новокузнецкого металлургического комбината; Ключев А.В., исполнительный директор Волгоградского тракторного завода; Корсун В.А., генеральный директор ОАО «Карат»; Бережной А.А., генеральный директор компании ЗАО «Ральф Рингер»; Спиричев В.А., генеральный директор компании «Валетек Продимпекс»; Баранов А.В.,

проф., директор «Центра «Оргпром»; Адлер Ю.П., глава Гильдии профессионалов качества, проф.; Ключников В.Н., начальник управления технического регулирования и стандартизации Росстандарта; Верещагин В.В., руководитель Клуба директоров РСПП, президент РусРиска, а также руководители министерств и ведомств, руководители комитетов ТПП РФ и РСПП, Комитета ГД РФ по экономической политике и предпринимательству, ведущие эксперты в области управления, технической политике, финансов, экономической безопасности.

Журнал издается при информационной поддержке РСПП, ТПП РФ, Института статистических исследований и экономики знаний ГУ-ВШЭ, Русского общества управления рисками.

Ежемесячное полноцветное издание.

Распространяется по подписке и на отраслевых мероприятиях.

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- Менеджмент инноваций
- Техническая политика
- Антикризисное управление
- От первого лица: «Я — директор»
- Управление финансами
- Стратегический менеджмент
- Управление качеством
- Экономическая безопасность
- Риск-менеджмент
- Арбитражная практика
- Новое в законодательстве
- Зарубежный опыт
- Нормирование, организация и оплата труда
- Психология управления

Для оформления подписки через редакцию необходимо получить счет на оплату, прислав заявку по электронному адресу podpiska@panor.ru или по факсу (495) 664-2761, а также позвонив по телефонам: (495) 749-2164, 749-4273.