

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЫБОРУ СОРБЕНТОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАГРУЗКИ ФИЛЬТРА

Сорбционные фильтры служат одним из основных средств обезвреживания и очистки природных вод от растворенных органических примесей техногенного происхождения. Одним из путей повышения эффективности работы сорбционных фильтров может быть использование комплексной загрузки (КЗ) в виде многих слоев из макро- и микропористых активированных углей (АУ) или сорбентов различных марок [1].

Необходимость проведения исследований вызвана отсутствием данных о рабочих параметрах и эффективности применения комплексных загрузок из АУ различных марок. Цель нашей работы — выбор состава КЗ фильтра из АУ различных марок.

Материал и методы исследования

В экспериментах используются АУ следующих марок: БАУ-А (размер гранул — 0,5–1,0 мм; пористость микропор — 0,22 см³/г, мезопор — 0,10 см³/г, макропор — 1,22 см³/г; общая внутренняя поверхность по БЭТ — 790 м²/г); МАУ-2А (размер гранул — 1,0–2,8 мм; пористость микропор — 0,40 см³/г, мезопор — 0,08 см³/г, макропор — 0,30 см³/г; общая внутренняя поверхность по БЭТ — 800 м²/г); а также КЗ, сформированная послойно. В виду разницы насыпных плотностей и структуры гранул (частиц) выбранных АУ нижний слой в фильтре сформирован из МАУ-2А, верхний — из БАУ-А.

Основные растворенные органические примеси (РОП) техногенного происхождения в водах поверхностных водоемов — это наиболее распространенные РОП антропогенного происхождения — нефтепродукты и соединения фенольной группы. Учитывая неоднородность пор

выбранных АУ, нефтепродукты (усредненный размер молекул — 1,8 нм) должны улавливаться на верхнем слое, а фенолы (0,71 нм) — на нижнем слое; за счет этого адсорбционная емкость загрузки увеличится. При создании модельного раствора применены: легкое моторное масло (ориентировочно $M_r = 300–600$ а.е.м.), гидрохинон (ориентировочно $M_r = 110$ а.е.м.). Основа модельного раствора — дистиллированная вода, использование которой позволяет исключить влияние общего железа и других примесей, содержащихся в водопроводной воде, на результаты эксперимента. Оптимальная среда для адсорбции большинства РОП антропогенного происхождения имеет $pH = 5–7$, модельный раствор — $pH = 5,5–6,6$ (речная вода до коагуляции — $pH = 6,5–8,5$).

Анализы проб исходной и очищенной воды выполнены в специализированной лаборатории по стандартным методикам с применением концентратометров КН-2 и КН-2М и спектрофотометра Юнико-1201.

Для проведения экспериментов разработана установка (рис. 1).

Начальная концентрация нефтепродуктов в модельном растворе составляет 0,2–0,38 мг/дм³, фенолов — 0,09–0,31 мг/дм³. Объем загрузки в фильтрах равен 0,66 дм³, скорость фильтрации — 1,0–2,8 м/час, высота слоя загрузки — 0,48–0,50 м.

Результаты исследования

Результаты выполненных исследований приведены на рис. 2 и 3, показана кинетика изъятия нефтепродуктов и фенолов на загрузках из различных видов АУ в зависимости от времени проведения экспериментов.

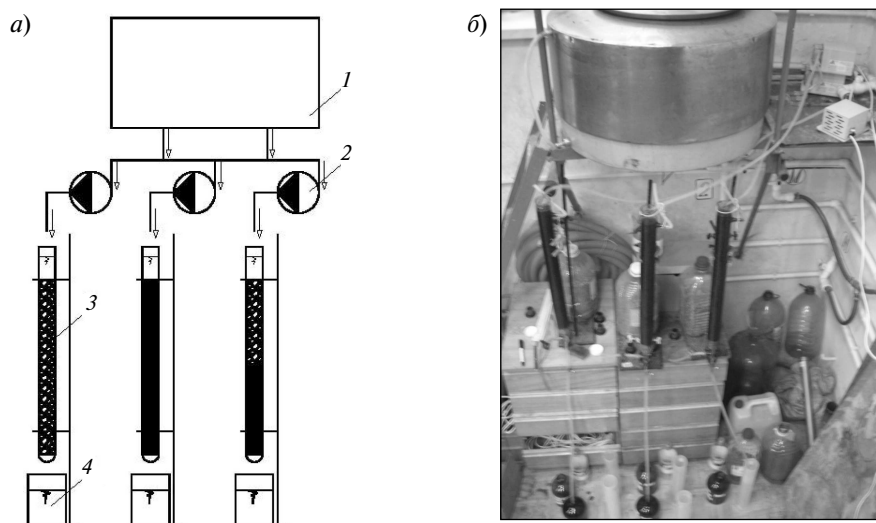


Рис. 1. Схема (а) и внешний вид (б) опытной установки:
 1 – резервуар исходной воды; 2 – насос АНП-10М; 3 – фильтровальная колонка; 4 – сосуд для проб

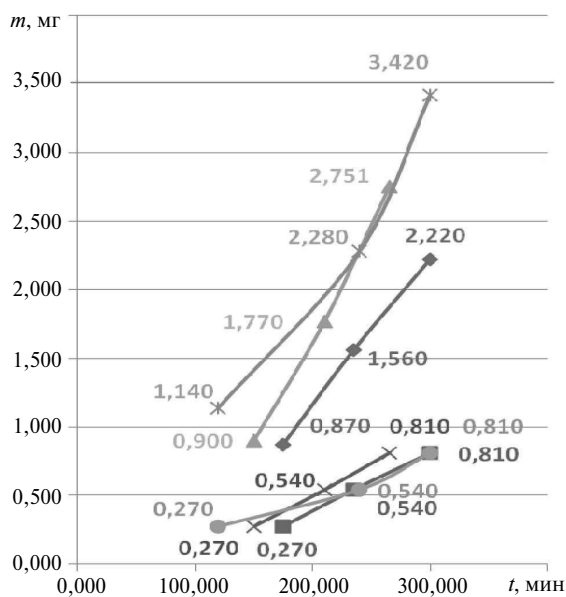


Рис. 2. Кинетика изъятия нефтепродуктов и фенолов на однородных загрузках (БАУ-А; МАУ-2А) и КЗ (БМ, состоящая на 50 % из макропористых и на 50 % из микропористых АУ)

(◆ — нефтепродукты БАУ-А; ■ — фенолы БАУ-А; ▲ — нефтепродукты МАУ-2А; x — фенолы МАУ-2А; x — нефтепродукты БМ; ● — фенолы БМ). Исходная концентрация нефтепродуктов в модельном растворе — 0,38 мг/дм³, исходная концентрация фенолов — 0,09 мг/дм³, скорость фильтрации — 0,74–2,36 м/ч

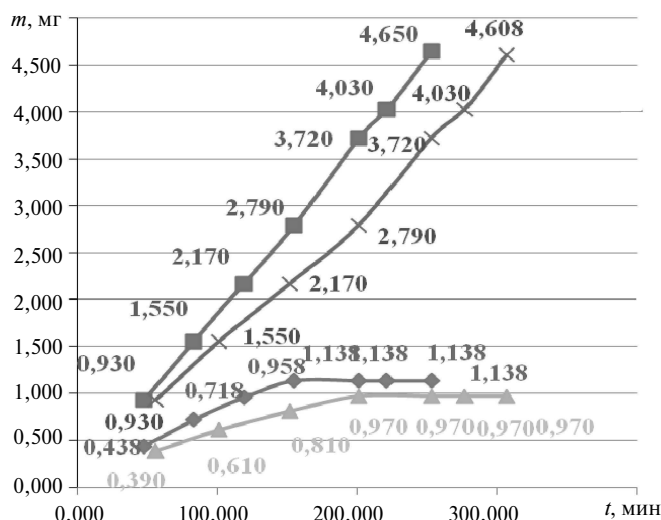


Рис. 3. Кинетика изъятия нефтепродуктов и фенолов на КЗ БМ300/180 при скорости фильтрации 2,16–2,82 м/ч (загрузка — из 60 % макропористых и 40 % микропористых АУ) и на БМ240/240 при скорости фильтрации 1,69–2,50 м/ч (загрузка — из 50 % макропористых и 50 % микропористых АУ). Исходная концентрация: нефтепродуктов — 0,20 мг/дм³, фенолов — 0,31 мг/дм³

(—◆— нефтепродукты, БМ300/180; —■— фенолы, БМ300/180;
—▲— нефтепродукты, БМ240/240; —×— фенолы, БМ240/240)

Результаты исследований показывают (см. рис. 2), что сорбционная емкость однородных загрузок из активированных углей БАУ-А, МАУ-2А существенно ниже сорбционной емкости КЗ по нефтепродуктам.

Согласно данным, приведенным на рис. 3, КЗ БМ300/180, состоящая из 60 % макропористых и 40 % микропористых АУ, обладает большей сорбционной емкостью по нефтепродуктам, чем загрузка БМ240/240, состоящая из 50 % макропористых и 50 % микропористых АУ. Сорбционная емкость по нефтепродуктам у КЗ БМ300/180 на 17 % больше, чем у загрузки БМ240/240. Вместе с тем стоимость КЗ БМ300/180 на 15 % ниже.

В результате проведенных экспериментов установлено:

сорбционная емкость КЗ в сравнении с однородными загрузками выше в 1,5 раза по нефтепродуктам;

более эффективным вариантом КЗ из макро- и микропористых АУ является загрузка с послойным распределением, объем которой на

60 % состоит из макропористых АУ и на 40 % из микропористых.

Применение КЗ из макропористых и микропористых АУ при очистке воды от нефтепродуктов и фенолов увеличивает продолжительность фильтроцикла и в 1,5 раза сокращает затраты на загрузочный материал (по сравнению с однородной загрузкой из тех же АУ).

Более эффективным вариантом комбинированной загрузки является послойное распределение материала, состоящего на 60 % из макропористых АУ и на 40 % из микропористых АУ.

Результаты исследований могут быть использованы в качестве исходных данных при разработке сорбционных фильтров и фильтрующих модулей для глубокой очистки воды поверхностных и подземных источников.

Работа завершена на средства, выделенные Комитетом по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга (по итогам конкурсного отбора на предоставление субсидий молодым ученым в 2012 году) [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Журба, М.Г.** Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Том 2. Очистка и кондиционирование природных вод [Текст] / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова — М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2004. — С. 234–238, 264–275.
2. **Отчет о НИР** «Теоретические и экспериментальные исследования по выбору и применению комбинированных сорбентов для мобильных установок для кондиционирования воды, подготовки питьевой воды, глубокой очистки стоков, а также очистки воды в условиях ЧС» [Текст] / Ю.А. Феофанов, М.С. Ряховский / СПб., Гос. архит.-строит. ун-т; — СПб., 2012. — С. 9, 30.