

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ РАСТВОРИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВИТАМИНОВ СОЧЕТАНИЕМ РЕКТИФИКАЦИИ С ПЕРВАПОРАЦИЕЙ

Наилучшие результаты при разделении были получены при температуре 70 °С и давлении 100 мм.рт.ст. (для смеси В-БС-БА) и 40 мм рт.ст. (для смеси БС-БА).

По результатам проведенных исследований для промышленного опробования рекомендуются технологическая схема разделения с применением ректификации и первапорации (рисунок 2). Благодаря использованию мембранных аппаратов удалось упро-

стить схему разделения, а также значительно снизить энергетические затраты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сесёлкин И.В., Комарова Л. Ф., Гарбер Ю.Н., Елагина Е.Н., Береговых В.В. // Хим.-фарм. журнал № 12, 1990, С. 63 - 67.
2. Сесёлкин И.В., Комарова Л. Ф., Гарбер Ю.Н., Капустян Н.А., Береговых В.В. // Хим.-фарм. журнал, № 11-12, 1992, с. 83 - 85.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ТОЛУОЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

И.А. Лебедев, Л.Ф. Комарова, И.В. Лондаренко

*Исследован процесс очистки воды от толуола с применением активированного угля АГ-3. Получены зависимости эффективности очистки при различных скоростях и высотах слоя загрузки. Проведена математическая обработка экспериментальных данных, позволяющая определять технологические параметры извлечения толуола из воды.*

### ВВЕДЕНИЕ

Антропогенная нагрузка на биосферу грозит необратимым нарушением равновесия в экологических системах и ставит под вопрос безопасное существование человечества. В связи с чем, вопросам охраны окружающей среды необходимо уделять постоянное внимание, развивать водное хозяйство, совершенствовать системы очистки сточных вод промышленных предприятий и городов, разрабатывать новые более эффективные методы очистки воды.

Предприятие ОАО «Алтайхимпром» является одним из химических комплексов Алтайского края, расположенных в рекреационной зоне. Его работа связана с образованием большого количества жидких токсичных отходов, часть из которых может попасть в природные воды. В частности, в ходе производства кремнийорганических жидкостей, сточные воды существенно загрязняются толуолом. Для предотвращения попадания толуола в водный объект предлагается создать на предприятии замкнутый водооборотный цикл. Такая возможность появляется при использовании на завершающей стадии очистки, одного из перспективных методов – сорбции, который позволяет существенно снизить содержание органических веществ в воде [1].

Создание водооборотного цикла в производстве кремнийорганических жидкостей на

ОАО «Алтайхимпром» позволит снизить затраты за пользование водой, уменьшить нагрузку на окружающую среду, а также увеличить выход целевого продукта.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Целью нашей работы является разработка технологии очистки сточных вод расходом 10 м<sup>3</sup>/сут и концентрацией толуола 600 мг/л.

Для определения толуола в воде нами использовался ИК – спектрофотометрический метод на концентратометре КН-2м. Данный прибор оказался достаточно чувствительным при содержании толуола в воде от 0,05 мг/л до 1000 мг/л.

Изучение процесса сорбции толуола из воды проводилось на модельных растворах с концентрацией от 550 до 570 мг/л, близкой к растворимости (500 мг/л) [2], при температуре 25±1°С.

Для проведения эксперимента нами была собрана лабораторная установка, представленная на рисунке 1.

Эксперимент проводился следующим образом: модельный раствор из емкости 1 объемом 5 литров самотеком поступал сверху на сорбционную колонку 3 диаметром 28 мм, заполненную активированным углем АГ-3 с размерами частиц от 2 до 3 мм. Расход исходной смеси регулировался вентилем

2, тем самым скорость фильтрования поддерживалось постоянной. Пробы отбирались через каждый литр фильтрата в пробоотборник 4, при этом фиксировались время сорбции ( $\tau$ ) и концентрация толуола ( $c$ ).

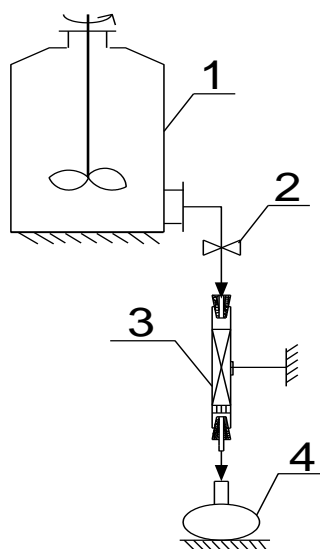


Рисунок 1. Лабораторная установка для изучения сорбционной очистки воды от толуола: 1 - емкость; 2 - вентиль; 3 - сорбционная колонка; 4 - пробоотборник

Проведено две серии опытов, в первой варьировали скорость при постоянном значении высоты загрузки 10 см, во второй - высотой загрузки при постоянном значении скорости 5 м/ч.

Графические зависимости эффективности сорбционной очистки толуолсодержащей

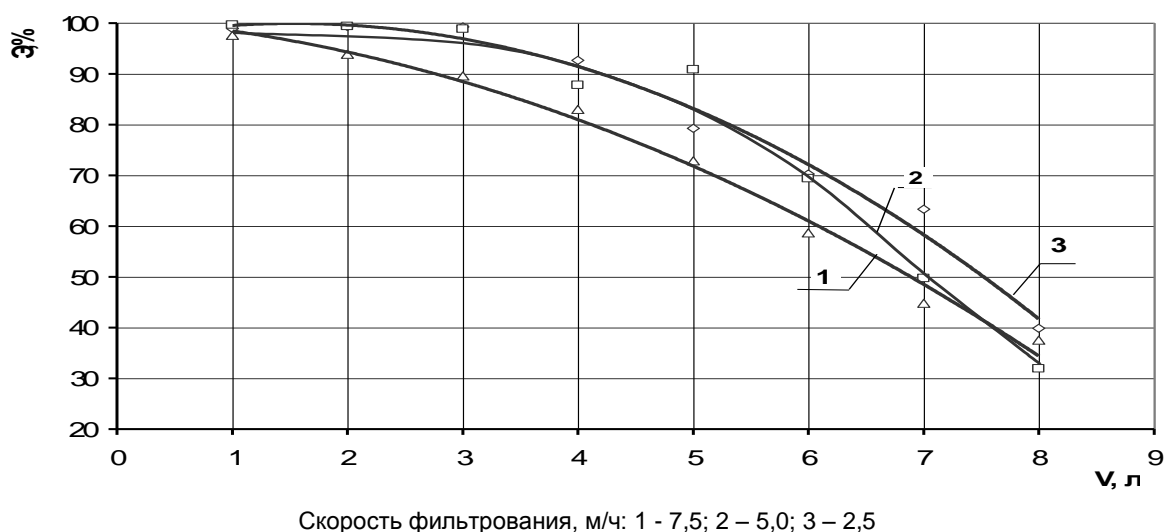


Рисунок 2. Зависимость эффективности ( $\mathcal{E}$ ) извлечения толуола из воды от пропущенного объема ( $V$ ) при различной скорости фильтрования

воды от пропущенного объема при различной скорости и высоте загрузки представлены соответственно на рисунках 2 и 3.

Анализируя зависимости, представленные на рисунке 2 можно сделать вывод, что эффективность очистки при скоростях 2,5 и 5 м/ч практически одинакова до  $V=6$  л. С увеличением скорости до 7,5 м/ч наблюдается уменьшение эффективности, поэтому оптимальной можно считать скорость сорбции 5 м/ч. В начальный момент ( $V \leq 3$  л) при всех скоростях достигалась эффективность более 90%. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования активированного угля для очистки воды от толуола.

Используя различную высоту слоя сорбента в колонке – 10, 15, 30 и 50 см (рисунок 3) - мы убедились в том, что по истечению некоторого промежутка времени профиль фронта адсорбции становится практически неизменным и перемещается по направлению потока [3]. Режим параллельного переноса фронта адсорбции, перемещающийся с постоянной скоростью  $U$ , выражается уравнением Н. А. Шилова:

$$\tau_{зд} = Kh - \tau_0 = h/u - \tau_0,$$

где  $\tau_{зд}$  – время защитного действия слоя;  $K = I/u$  – коэффициент защитного действия слоя;  $\tau_0$  – потеря времени защитного действия слоя;  $h$  – высота неподвижного слоя адсорбента.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ТОЛУОЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

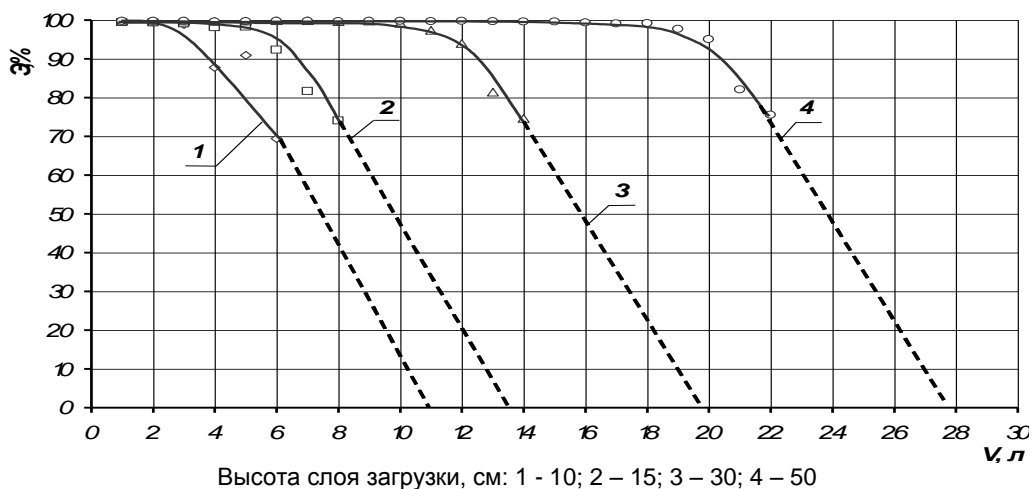


Рисунок 3. Зависимость эффективности ( $\mathcal{E}$ ) извлечения толуола из воды от пропущенного объема ( $V$ ) при различной высоте слоя загрузки

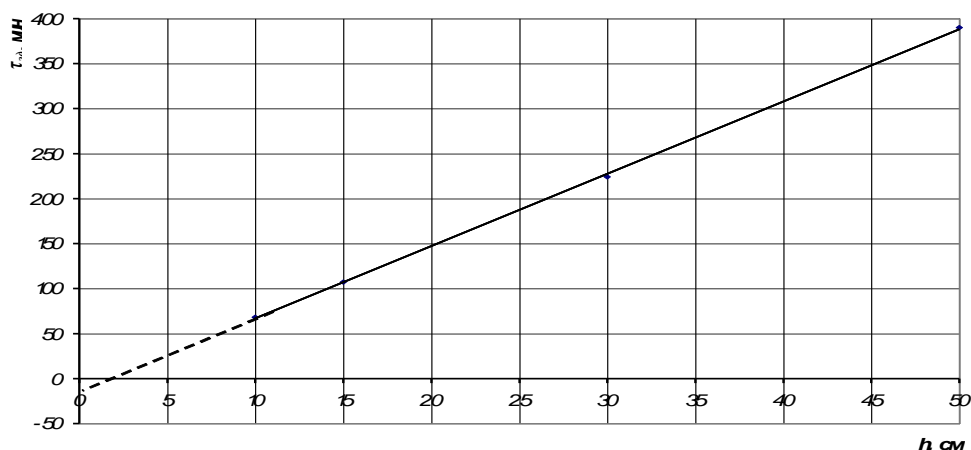


Рисунок 4. Зависимости времени защитного действия ( $\tau_{зд}$ ) от высоты слоя сорбента ( $h$ )

Для построения зависимости времени защитного действия от высоты слоя сорбента, задавшись требуемой эффективностью 95 % при различных высотах, по рисунку 3 мы находили соответствующие объемы фильтрата и тем самым время защитного действия при различных высотах. Графическая зависимость времени защитного действия ( $\tau_{зд}$ ) от высоты слоя сорбента ( $h$ ) представлена на рисунке 4.

Отдельные величины, входящие в уравнение Шилова, могут быть определены из графика на рисунке 4, построенного на основе опытных данных. Тангенс угла наклона прямой на этом рисунке  $tg \alpha = K$ , то есть, равен коэффициенту защитного действия слоя, а отрезок, отсекаемый продолжением прямой на оси ординат, соответствует величине  $\tau_0$  – потере времени защитного действия слоя [3].

В результате математической обработки графической зависимости было получено уравнение:

$$\tau_{зд} = 8,05h - 13,75.$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- использование активированного угля АГ-3 для очистки воды от толуола позволяет достигнуть эффективность очистки более 95 %;
- скорость сорбции необходимо обеспечивать на уровне 5 м/ч;
- полученное уравнение Шилова, позволит определить время защитного действия сорбента при различной его высоте.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: «Химия», 1982. – 168 с.
2. Справочник по растворимости. Т. 1, кн. 1. Изд. Академии наук СССР. Москва – Ленинград, 1961. – 960 с.
3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 753 с.