

УДК 628.16

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

Чигаев И.Г., Комарова Л.Ф.

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,
Барнаул, e-mail: htie@mail.ru

Проведены исследования процесса очистки раствора железа (II) с помощью трубчатой ультрафильтрационной мембраны. Установлены зависимости эффективности очистки, проницаемости и количества осадка на мембране от времени. Показана перспективность использования мембранных методов для очистки растворов, содержащие гидроксиды поливалентных металлов.

Ключевые слова: мембранные методы, ультрафильтрация, обезжелезивание

APPLICATION OF MEMBRANE METHODS FOR DEFERRIZATION OF NATURAL WATERS

Chigaev I.G., Komarova L.F.

Polzunov Altai State Technical University n.a. I.I. Polzunov, Barnaul,
e-mail: htie@mail.ru

Researches of process of purification of solution of iron (II) by means of a tubular ultrafiltration membrane are conducted. Dependences of efficiency of cleaning, permeability and quantity of a deposit on a membrane from time are established. Prospects of use of membrane methods for purification of the solutions, containing hydroxides of polyvalent metals are shown.

Keywords: membrane methods, ultrafiltration, deferrization

Мембранные процессы как методы разделения считаются достаточно новыми. Однако в живой природе, на клеточном уровне, мембраны играют очень важную роль и не только обеспечивают целостность клетки и отделяют ее содержимое от внешней среды, но регулируют обмен между клеткой и средой. Именно последнее свойство, способность мембран избирательно пропускать одни вещества и задерживать другие, является наиболее важным для современной промышленности.

Цель исследования. Мембранные методы, такие как ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос, находят все более широкое применение в области водочистки. Так нанофильтрация и обратный осмос используются для обессоливания воды, ультрафильтрация применяется в качестве предочистки перед системами обратного осмоса, а также в качестве «финишной» очистки в технологических схемах водоподготовки [1, 2].

Распространение мембранных методов для разделения коллоидных систем, в частности гидроксидов поливалентных металлов, ограничено по причине интенсивного забивания пор мембраны, образования гелевого слоя и как следствии резкого снижения ее проницаемости [3]. Целью данного исследования является определение возможности использования мембранного метода для очистки

природных вод от соединений железа. Применение мембран для обезжелезивания является перспективным при правильном подборе типа мембраны, а также выборе оптимального режима проведения процесса мембранного разделения, способствующего снижению концентрационной, гелевой поляризации, предотвращению накопления осадка.

Материалы

и методы исследования

Для исследования мембранного процесса очистки воды от соединений железа была выбрана трубчатая ультрафильтрационная мембрана диаметром 13 мм и длиной 0,5 м. Такой выбор обусловлен несколькими причинами, во-первых, ультрафильтрационная мембрана способна обеспечить высокую степень очистки от рассматриваемых соединений, во-вторых, трубчатая форма мембраны препятствует образованию «застойных» зон.

Для исследования мембранного процесса очистки воды от гидроксида железа использовались модельные растворы с концентрацией Fe^{2+} $C_n = 2$ мг/л и 10 мг/л, pH исходной воды выдерживалось в интервалах 6,5-6,8, температура исходного раствора составляла 18-20 °С. Исследования проводились при различных расходах исходного потока ($q = 10$ л/мин и 30 л/мин) в режиме рециркуляции при рабочем давлении 0,3 МПа, при этом осуществлялась упрощенная аэрация разделяемого раствора. Аэрация проводится с целью повышения окислительно-восстановительного потенциала раствора, окисления Fe^{2+} и перевода Fe^{3+} в гидроксид. Результаты исследований представлены на рис. 1-3.

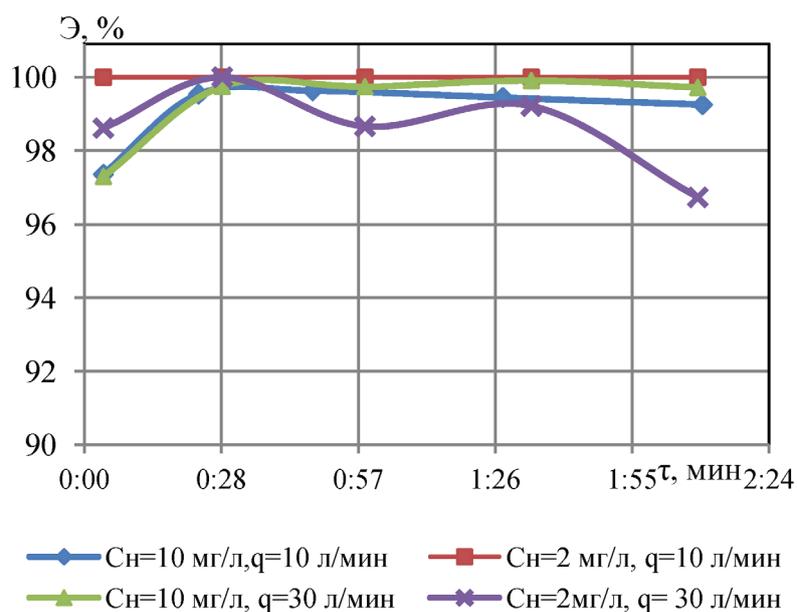


Рис. 1. Зависимость эффективности очистки (Э) от соединений Fe^{2+} во времени (τ)

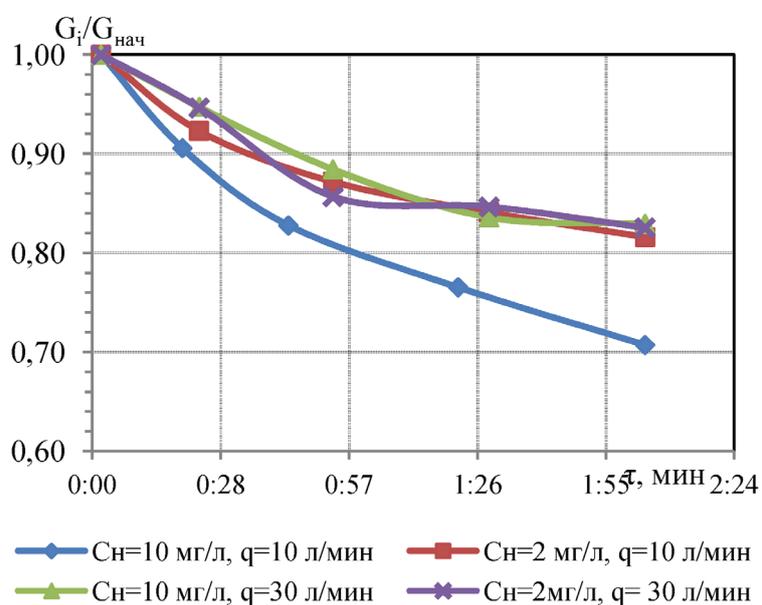


Рис. 2. Зависимость изменения проницаемости от времени: $G_{нач}$, G_i - начальная и текущая проницаемость мембраны соответственно

Результаты исследования и их обсуждения

Как видно из рис. 1, при очистке воды на ультрафильтрационной трубчатой мембране от

ионов железа, при проведении предварительной упрощенной аэрации, эффективность очистки варьируется от 96 % до 100% и не зависит от концентрации железа и расхода исходного потока (скорости потока над мембраной).

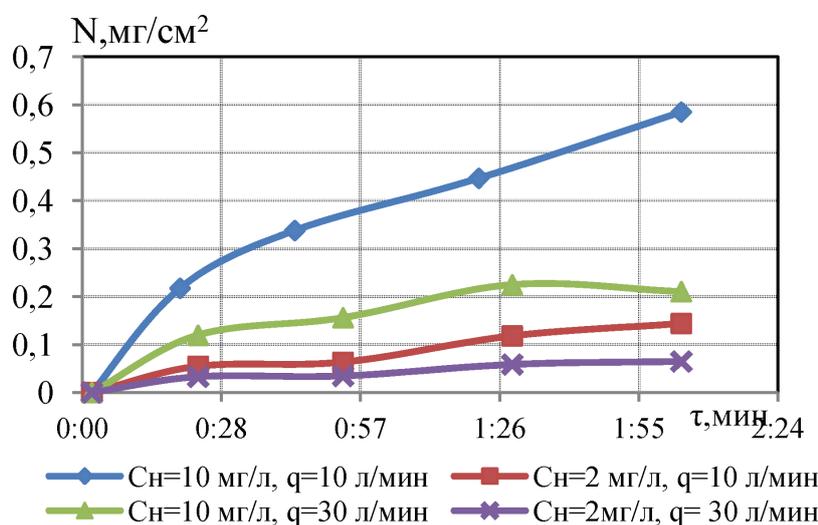


Рис. 3. Зависимость образования осадка от времени

Для сопоставления процесса очистки при снижении проницаемости мембраны при проведении, график построен в координатах $G_i/G_{нач}$ от времени (рис. 2), при этом начальное значение равняется единице ($G_i=G_{нач}$). Из рисунка видно, что проницаемость мембраны зависит как от концентрации, так и от транзитного расхода, причем для сохранения проницаемости не менее чем 0,8 от начальной при увеличении концентрации железа в исходной воде необходимо увеличивать скорость движения воды над мембраной.

На рис. 3 приведена зависимость количества образовавшегося осадка на мембране (N , мг/см²) от времени. При сравнении снижения проницаемости (рис. 2) и количества накопленного осадка (рис. 3) наблюдается корреляция, причем наибольшее снижение проницаемости от первоначальной происходит при максимальном количестве осадка (0,6 мг/см²) при $C=10$ мг/л, $q=10$ л/мин, это можно объяснить низкой скоростью движения раствора над мембраной, что способствует интенсивному накоплению осадка на ее поверхности. Минимальное количество накопленного осадка наблюдается при $C=2$ мг/л и $q=30$ л/мин, что согласуется с литературными данными [3, 4], и составляет

0,07 мг/см², причем снижение проницаемости наблюдается не более чем на 0,3 от первоначальной, что можно объяснить рыхлостью осадка, а также невысоким рабочим давлением, недостаточным для уплотнения осадка и высоким расходом исходного потока, предотвращающим гелеобразование на поверхности мембраны.

Выводы и заключение

Проведенные исследования показывают высокую эффективность очистки от ионов железа при использовании трубчатых ультрафильтрационных мембран, а незначительное снижение проницаемости мембраны говорит о перспективности их использования для обезжелезивания природных вод.

Список литературы

1. Колзунова Л.Г. Баромембранные процессы разделения: задачи и проблемы // Вестник ДВО РАН. 2006. № 5. С. 65-67.
2. Мулдер М. Введение в мембранную технологию: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – С. 296-297.
3. Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – С. 9-10.
4. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. – М.: Химия, 1986. – С. 70-73.