

С. В. Кузовков, Т. М. Сабирова, И. В. Неволina

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

sergey.kuzovkov@urfu.ru

ДООЧИСТКА БИОХИМОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В работе приведены результаты доочистки биохимочищенных сточных вод коксохимического производства с применением ультрафильтрационных и нанофильтрационных мембран. Показана возможность применения мембранных технологий с целью получения подпиточной воды для чистого оборотного цикла водоснабжения.

Ключевые слова: мембранная технология, низконапорный обратный осмос, сточные воды коксохимического производства, оборотная система водоснабжения.

S. V. Kuzovkov, T. M. Sabirova, I. V. Nevolina

Ural Federal University, Ekaterinburg

AFTERTREATMENT OF BIOCHEMICALLY TREATED COKE PRODUCTION WASTEWATER

The paper presents results of biochemically treated coke-oven wastewater post-treatment using ultrafiltration and nanofiltration membranes. The possibility of using membrane technologies to obtain make-up water for the recycling cycle of water supply is shown.

Key words: membrane technology, low-pressure reverse osmosis, coke-oven wastewater, water recycling system.

В процессе механической и биологической очистки сточных вод коксохимического производства (КХП) в режиме нитриденитрификации не достигается полнота очистки от основных загрязнителей, позволяющая использовать их на нужды предприятия

взамен технической воды. При этом происходит и вторичное загрязнение очищенных вод продуктами жизнедеятельности бактериальных культур в виде окрашенных гуминовых веществ и солей. Также установлено, что такие известные способы как фильтрование, отстаивание, коагуляция, флотация, сорбция и озонирование не позволяют достигать степени доочистки сточных вод КХП, достаточной для их использования в оборотных циклах водоснабжения или сброса в водоем [1]. Наиболее перспективными технологиями для доочистки сточных вод КХП в указанной статье названы мембранные технологии и термодистилляция.

В работе [2] сообщается о высоком уровне очистки сточных вод с использованием мембранного биореактора (МБР), установки нанофильтрации и обратного осмоса при степени отбора пермеата системы 70,7 % и рабочем давлении 10 бар.

Настоящая работа была посвящена исследованию возможности доочистки сточных вод КХП, очищенных в режиме нитриденитрификации, до качества, пригодного для подпитки чистых оборотных циклов водоснабжения (ЧОЦВ), за счет применения низконапорного обратного осмоса и серийного мембранного элемента nanoRO КСН 1812–15, то есть в более мягких условиях и более простым способом, чем в работе [2].

На первой стадии эксперимента биохимочищенная сточная вода КХП после длительного отстаивания была декантирована и подвергнута ультрафильтрации для удаления остаточного содержания взвешенных веществ.

Второй стадией эксперимента была низконапорная обратноосмотическая очистка в режиме концентрирования с периодическим отбором и выводом из системы пермеата при рабочем давлении около 4 бар и температуре в пределах 25–26 °С.

Характеристика качественного состава сточной воды КХП до и после мембранной очистки приведена в таблице.

Влияние степени концентрирования исходной воды: 1) на производительность лабораторной установки по пермеату и 2) на солесодержание (сухой остаток) воды в системе показано на рис. 1.

Качественный состав сточной воды КХП до и после очистки

Поз.	Показатель	Ед. изм.	Состав сточной воды			Нормы к воде на подпитку ЧОЦВ
			исходный	после УФ	после нано-фильтрации	
1	рН	ед. рН	8,46	8,42	6,76–7,68	6,5–8,5
2	Солесодержание	мг/дм ³	2420	2420	50–190	150–250
3	Цветность	⁰ БКШ	1169	821	1	–
4	ХПК	мгО ₂ /дм ³	240	220	2,5–11,07	1–30
5	Азот аммония	мг/дм ³	3,33	3,66	0,27–0,53	–
6	Азот нитратов	мг/дм ³	2,16	2,08	0,42–2,08	–
7	Азот нитритов	мг/дм ³	0,09	0,09	0,021–0,077	–

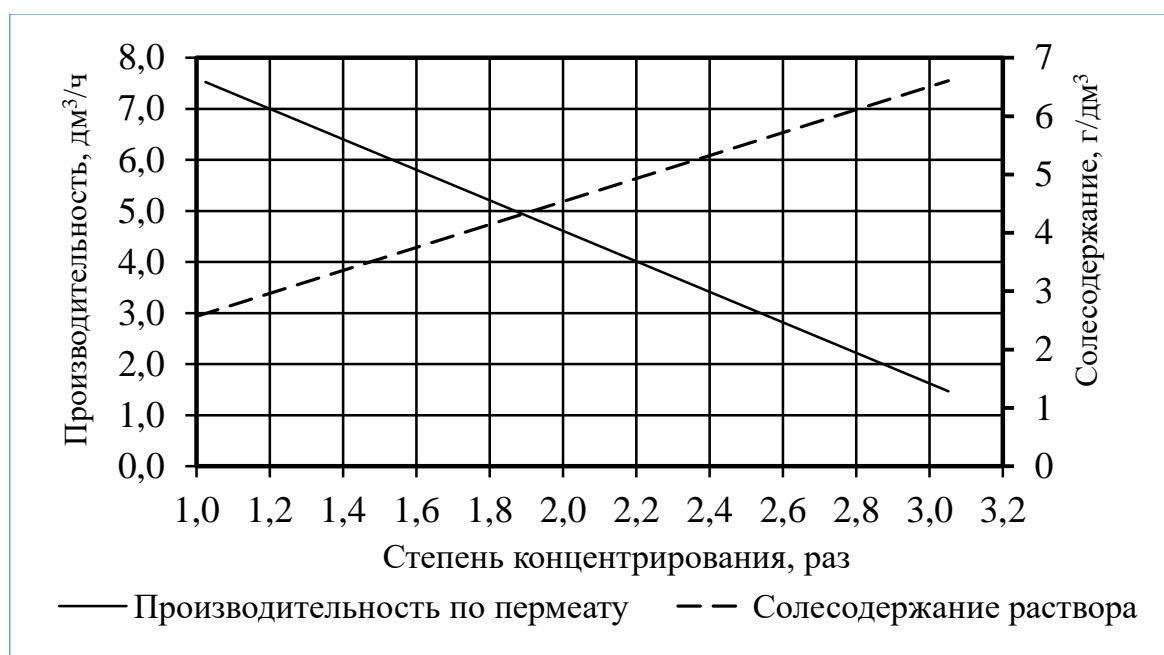


Рис. 1. Влияние степени концентрирования на производительность установки по пермеату и солесодержание (сухой остаток) концентрата

В процессе очистки пермеат выводился из системы, поэтому концентрация солей в оставшемся растворе в ходе эксперимента увеличивалась. Увеличение концентрации солей приводит к росту осмотического давления концентрата, поэтому при постоянном рабочем давлении производительность по пермеату снижается. Это приводит также и к падению степени очистки от соединений азота (рис. 2) из-за меньшего количества растворителя, проходящего через мембрану при постоянном значении диффузионного переноса, зависящего от природы иона и температуры [3].



Рис. 2. Влияние степени концентрирования на очистку от соединений азота

В свою очередь, установлено, что степень очистки пермеата по органическим веществам (ХПК), также как и по общему солесодержанию, в процессе мембранной фильтрации изменяется мало (с 98,9 до 95,0 % и с 98,3 до 92,1 %, соответственно).

В лабораторных условиях при рабочем давлении 4 бар концентрирование исходной воды целесообразно производить лишь в ~1,5 раза (количество пермеата, в таком случае, составит около 35 %). В промышленных масштабах при больших рабочих давлениях возможен отбор большего количества пермеата.

Таким образом, установлено, что использование мембранной доочистки биохимочищенных сточных вод КХП позволяет получать бесцветный, с низким солесодержанием и ХПК пермеат, пригодный для подпитки ЧОЦВ (см. таблицу), а также для передачи на городские очистные сооружения с высокими требованиями к сбросной воде.

Список использованных источников

1. Сабирова Т. М., Неволина И. В. Экспериментальная оценка и анализ способов подготовки к утилизации биохимочищенных сточных вод коксохимического производства // Кокс и химия. 2017. № 4. С. 27–39.
2. Coking wastewater treatment for industrial reuse purpose: Combining biological processes with ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis / Xuewen Jin [et. al] // Journal of environmental sciences. 2013. Vol. 25. P. 1565–1574.
3. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке / А. А. Пантелеев [и др.] М. : ДеЛи плюс, 2012. 429 с.