

В. И. Гашкова, А. С. Утюмова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «СУМЗ»

In the article new methods of sewage treatment are considered.

В настоящее время мембранные технологии переживают настоящий подъем. Возросший интерес к технологии вызван, в первую очередь, поиском новых методов обработки сточных вод, позволяющих получать высокую степень очистки, отвечающую современным нормативным требованиям. Принцип действия мембранных систем основан на способности мембран пропускать молекулы воды, но при этом задерживать молекулы, ионы солей и других веществ, растворенных в воде [1].

На предприятии ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод» сотрудниками АО НПП «БИОТЕХПРОГРЕСС» в период 08.08.2016 по 18.10.2016 были проведены пилотные испытания трех технологических схем на участке очистных сооружений для очистки ливневых дренажных и дебалансовых вод (УОС).

Целью данных испытаний являлся выбор оптимальной технологической схемы (ТС) для очистки промышленных стоков, поступающих на УОС ОАО «СУМЗ», до норм сброса в водные объекты рыбохозяйственного назначения с помощью различных технологий.

В данном эксперименте были опробованы несколько технологических схем, включающих в себя следующие процессы [2]:

- погружная полимерная ультрафильтрация (*UF*);
- реверсивный электродиализ (*EDR*);
- обратный осмос (*RO*);
- селективный ионный обмен (*IE*);
- выпаривание (*EVP*).

В рамках пилотных испытаний водоочистного оборудования на предприятии было проведено исследование по подбору оптимальных дозировочных концентраций и выбору коагулирующих реагентов.

Целью данного исследования являлось снижение нагрузки на ультрафильтрационные мембраны и увеличение количества фильтроциклов при мембранной очистке воды от взвешенных и коллоидных веществ.

Для получения воды с низким солесодержанием и качеством, соответствующим нормативу на сброс в рыбохозяйственные водоемы, были выбраны и утверждены три схемы глубокой очистки сточных вод ОАО «СУМЗ» для проведения пилотных испытаний.

По результатам первого периода пилотных испытаний была подтверждена высокая эффективность схемы № 1. Дальнейшие испытания проводились по данной технологии. Принципиальная ТС представлена на рисунке 1 [2].

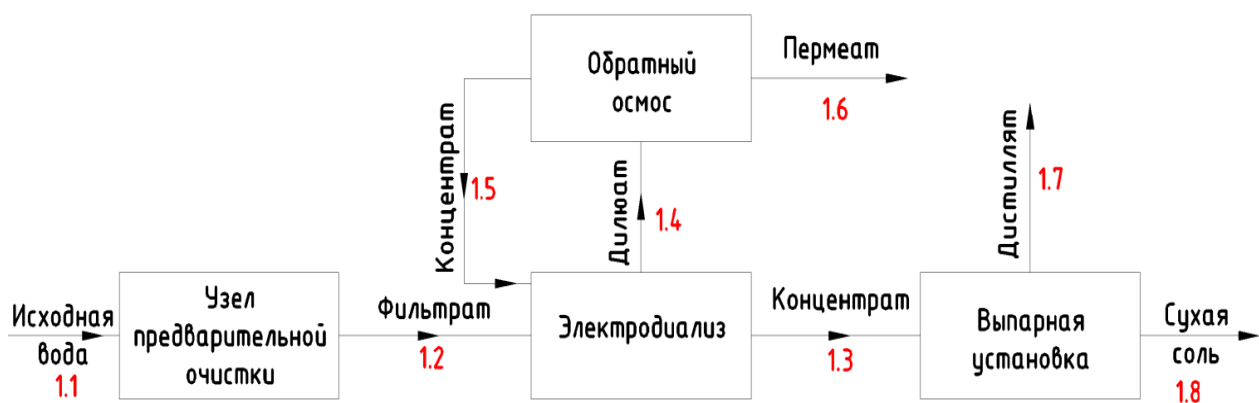
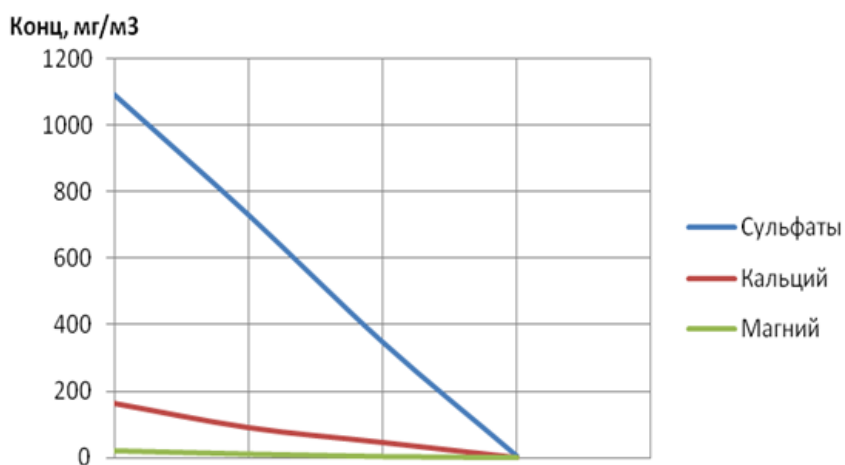


Рис. 1. Схема № 1 для глубокой очистки сточных вод

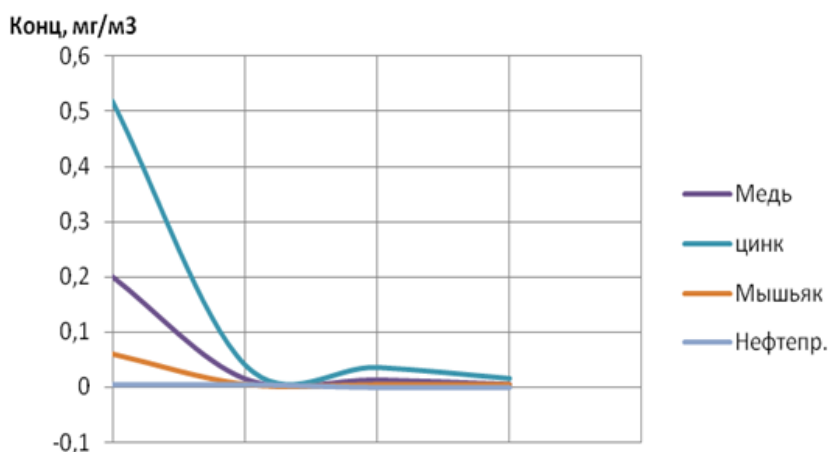
Результатом работы схемы №1 является получение пермеата (поток 1.6) после *RO*, который является целевым продуктом – очищенной водой готовой для сброса в объекты рыбохозяйственного назначения.

Во время проведения пилотных испытаний регулярно проводился анализ входного, выходного и промежуточных потоков на содержание в них примесей, регламентируемых санитарными нормами. На рисунке 2 (а, б) графически представлено изменение концентраций микро и макропримесей на входе и выходе в технологической схеме № 1.

Данные диаграмм наглядно изображают падение концентрации примесных компонентов. Немаловажную роль в достижении требуемого качества воды играет эффективная подготовка воды перед стадией *UF*.



а



б

Рис. 2. Изменение концентрации: а – макрокомпонентов; б – микрокомпонентов

Для подбора оптимальных дозировок коагулянта и флокулянта проводились испытания пробной коагуляции. Применение коагулянтов способствует эффективной очистке воды от ряда загрязнителей: взвешенных, коллоидных и частично растворенных веществ, вступающих в химические реакции с коагулянтом. В ходе работы было исследовано три коагулирующих реагента [3]:

– FeCl_3 (*Kemira PIX-111* хлорид железа (III));

– $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (*FERIX-3* сульфат железа (III));

– $Al_n(OH)_{3n-m}Cl_m$ (Аква-аурат 30 гидроксохлорид алюминия (ГОХА)).

Испытание каждого коагулирующего реагента проводилось совместно с флокулянт «Бифлок» в течение пяти дней. Эксперимент проводился 1–2 раза в сутки. Оценка результатов пробной коагуляции производилась по шкале от 1 до 10 баллов. В результате 1-го этапа испытаний наилучшую эффективность показал коагулянт ГОХА. Использование данного реагента совместно с флокулянт приводит к видимому осветлению воды и появлению крупных хлопьев. Опытным путем установлена рекомендуемая оптимальная доза коагулянта ГОХА – 10–15 мг/л (по Al_2O_3). Усредненные результаты наблюдений представлены в таблице.

Таблица

Пробная коагуляция исходной воды с коагулянт ГОХА и флокулянт «Бифлок»

	Дозировка коагулянта, мг/л по Al_2O_3	Дозировка флокулянта «Бифлок», мг/л					Примечание
		0	1	2	3	4	
		Оценка протекания процесса					
	5	3	-	-	-	-	Крупные хлопья, интенсивное осаждение
	10	4	5	8	9	5	
	15	3	-	-	-	-	
	20	3	-	-	-	-	

Пример результата работы коагулянта ГОХА продемонстрирован на рисунке 3. При подаче коагулянта ГОХА в оптимальном количестве, необходимая доза флокулянта составляет 0,5 мг/л. Во время проведения испытаний было замечено, что процесс коагуляции на данном реагенте не всегда протекает стабильно и эффективно. Это может быть связано с низкой буферностью исходной воды, что может вывести систему из зоны оптимальной работы коагулянта при снижении pH ниже 7. Следовательно, процесс гидролиза и хлопьеобразования будет затрудняться. В связи с этим, необходимо использовать дополнительный реагент, поддерживающий оптимальный уровень pH. В качестве щелочных реагентов использовались Na_2CO_3 и $Ca(OH)_2$.

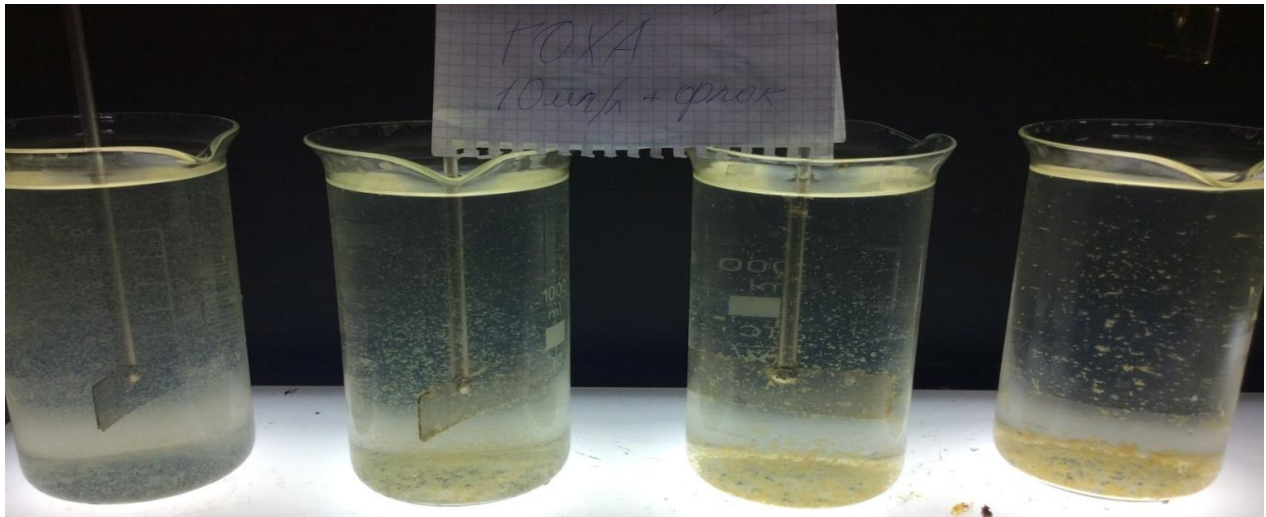


Рис. 3. Пробная коагуляция при дозировании коагулянта ГОХА, 10 мг/л (по Al_2O_3) и флокулянта «Бифлок» (17.08.16)

Экспериментально установлено, что подбор дозы гидроксида кальция трудноосуществим в лабораторных, а, следовательно, и в промышленных условиях. При незначительном превышении оптимальной дозы рН резко возрастает, переходя в высокощелочную область. Таким образом, попасть в зону оптимальной работы коагулянта крайне сложно из-за низкой буферности $Ca(OH)_2$. Поэтому далее рассматривать данное вещество в качестве подщелачивающего реагента не имеет смысла.

В ходе апробирования щелочного реагента Na_2CO_3 было выявлено, что добавление соды меняет рН плавно по мере увеличения дозировки. Это объясняется наличием буферных свойств гидрокарбонат-ионов, что является существенным преимуществом соды перед другими щелочными реагентами. Использование Na_2CO_3 может быть рекомендовано только в случае снижения рН показателя ниже нормы (рН 7,6). Дозировка Na_2CO_3 при этом должна определяться экспериментально. Нестабильность данного процесса связана с периодическим изменением состава стоков, поступающих на УОС. Наиболее эффективный способ борьбы с нестабильностью состава исходной воды – предварительное усреднение.

В результате проведения коагуляции и флокуляции в потоке наблюдалось эффективное удаление взвешенных частиц и коллоидных веществ на стадии *UF* и снижение нагрузки на ультрафильтрационные мембраны. Таким образом, на

основе проведенных исследований и теоретического анализа можно использовать предлагаемые рекомендации для грамотной подготовки дебалансовых вод ОАО «СУМЗа» к стадии *UF*, а, следовательно, и для эффективной очистки стоков до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мудлер, М. Введение в мембранную технологию / М. Мудлер. – М. : Мир, 1999. – 513 с.
2. Программа проведения пилотных испытаний II очереди очистки сточных вод ОАО «СУМЗ». – 2016. – 11 с.
3. Запольский, А. К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. Свойства, получение, применение / А. К. Запольский, А. А. Баран. – Л. : Химия, 1987. – 208 с.