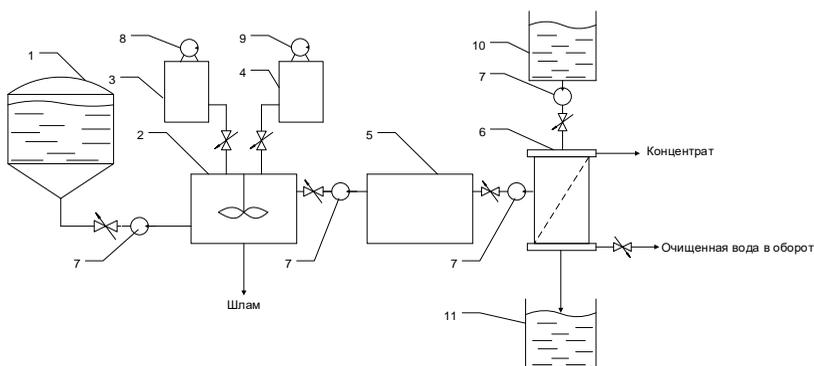


*А. А. Левин, Д. С. Лазарев\**

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Модернизация процесса утилизации отходов химических производств тесно связана с решением экологических задач, способствующих экономии используемых ресурсов окружающей среды и уменьшению объема отходов, поступающих в нее. Всего этого можно достичь за счет применения малоотходных технологий, одной из которых является мембранная очистка промышленных сточных вод [1, 2].

Предложенная технологическая схема очистки промышленных сточных вод АО «Тамбовмаш» с применением оригинального электробаромембранного аппарата показана на рис. 1.



**Рис. 1. Технологическая схема очистки промышленных сточных вод АО «Тамбовмаш»**

Данная схема включает в себя приемные накопители стоков (1), реакторы (2), резервуары раствора кислоты (3), резервуары щелочных растворов (4), фильтры предварительной очистки (5), электробаромембранный аппарат (6), насос-дозатор (7), насос подачи кислоты (8), насос подачи щелочи (9), резервуары химических реагентов, предна-

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. А. Абоносимова.

значенных для регенерации электробаромембранного аппарата (10), резервуары сброса химических реагентов после регенерации аппарата (11).

Разделение промышленных растворов в разработанной инженерной схеме предполагает применение оригинального электробаромембранного аппарата трубчатого типа. Используемая в настоящее время схема очистки на заводе не имеет возможности достичь той степени утилизации промышленных сточных вод, которая позволяла бы их применение в дальнейшем в технологическом процессе, например, повторное использование в хозяйственном обороте очищенных вод и возврат концентрата, полученного из отходов в результате их мембранной очистки, для промышленного применения.

В целях прогнозирования экологической эффективности представленной схемы очистки сточных вод АО «Тамбовмаш» был проведен расчет с использованием данных по производству и полученных экспериментальных результатов по кинетическим характеристикам электробаромембранного процесса в процессе разделения промышленных растворов [3].

Отходы производства на производстве поступают в резервуар-шламонакопитель (объект расположения сточных вод определен в Государственный реестр приказом № 597 от 23.08.2015 г.), т.е. по применяемой схеме очистки используется механическая технология. После фазы отстаивания стоки проходят доочистку на ООО «Водоканал» и далее сбрасываются в городские канализационные сети, а твердый осадок накапливается в резервуаре.

При такой технологической схеме затраты на утилизацию по данным предприятия составляет 105 руб./т., которые включают в себя стоимость доочистки на ООО «Водоканал» в среднем 30 руб./т.

В течение месяца на предприятии получается 9760 тонн технологических растворов (коэффициент перевода 1,3 для шламов) или 12 115 м<sup>3</sup>. Предприятие работает в 1,5 смены, 22 рабочих дня.

По предложенной новой технологии переработки промышленных растворов на предприятии будут проведены: монтаж нового оборудования, пусконаладочные работы и ввод схемы в эксплуатацию, подготовка кадров. На все эти работы потребуется 3,08 млн. руб. Производительность технологической схемы с использованием электробаромембранного оборудования составит 270...300 тонн/сутки. С учетом времени работы на предприятии сброс промышленных стоков в сутки составит 293 тонн. Соответственно, используемое новое оборудование с обозначенной производительностью вполне подходит для организации процесса очистки.

Результаты расчета эффективности электробаромембранной технологии в сравнении с применяемой технологией на предприятии представлены в табл. 1.

### 1. Результаты экономического расчета базового и проектного вариантов

Технико-экономические показатели	Базовая схема очистки	Проектная схема очистки	Затраты на весь объем очистки, руб.	Изменение величины
	Затраты на 1 т продукции, руб.	Затраты на 1 т продукции, руб.		
Себестоимость	105	82		-195 000
Доход от использования концентрата	0	3664	+2 143 530	+2 143 530
Плата за хранение отходов	6151,23	1718,50		-4432,65
Индекс доходности				1,704
Рентабельность продукции				54,50%
Чистый доход, руб.				5 246 380
Срок окупаемости, лет				2
Итого:				200 000 руб.

Знак «минус» в приведенных данных означает экономию, т.е. эффект от применения электробаромембранной очистки определяется снижением затрат на утилизацию и уменьшением затрат за сброс отходов.

По представленным данным вышеприведенной таблицы, использование электробаромембранной очистки сточных вод позволяет получить эффект в объеме 200 000 руб., в том числе экономический – 195 000 руб. и экологический – около 5000 руб.

Доход от использования концентрата составит 3664 руб. с 1 тонны, а от всего объема – 2 143 530 руб.

Экологический налог при этом уменьшится и составит 1717,60 руб. С учетом этого прибыль по реализации концентрата составит 2 147 104 руб.

Индекс доходности превышает значение 1 и имеет величину 1,703, что позволяет считать процесс очистки рентабельным. Кроме того, рентабельность продукции также имеет высокий показатель. Его величина составляет 54,5% и говорит о том, что каждый рубль затрат предприятия приносит прибыль в размере 54,5 коп. Хороший показатель срока окупаемости проекта – 2 года, т.е. через 2 года затраты на модернизацию схемы очистки стоков вернутся в предприятие. С учетом того, что цена концентрата не была проиндексирована на величину инфляции, величина срока окупаемости может быть уменьшена [4].

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-38-90117).*

### **Список литературы**

1. Павлов, Д. В. Разработка новых технологий и оборудования для систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий / Д. В. Павлов // Водоснабжение и канализация. – 2011. – № 1–2. – С. 84 – 89.
2. Родионов, А. И. Технологические процессы экологической безопасности / А. И. Родионов, В. Н. Клушнн, В. Г. Систер. – Калуга, 2000. – 800 с.
3. Abonosimov, D. O. Effect of solution flow pattern on mass transfer in baromembrane separation of industrial solutions and effluents / D. O. Abonosimov, S. I. Lazarev, O. A. Abonosimov // Chemical and petroleum engineering. – 2016. – V. 52, № 3–4. – P. 174 – 178.
4. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды (утв. Минприроды РФ от 26.01.1993) (ред. от 15.02.2000, с изм. от 12.07.2011) (зарег. в Минюсте РФ 24.03.1993 № 190).

*Кафедра «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*