



Кубанский государственный
университет

Абинский
электрометаллургический завод

Проект «Гибридная мембранная технология безреагентной переработки промышленных кислотосодержащих стоков»
в рамках деятельности центра «Межрегиональный научно-образовательного центра Юга России Волгоградской области, Краснодарского края и Ростовской области»

Целью проекта является разработка мембранной технологии переработки кислотосодержащих отходов гидromеталлургических производств с возвратом кислот в производственный цикл.

Разрабатываемая технология позволит повторно использовать в производственном цикле отработанные минеральные кислоты после их очистки от примесей тяжелых металлов. Внедрение технологии переработки отработанных кислых растворов позволит в несколько раз сократить закупки минеральных кислот, снизить расход извести и щелочи для нейтрализации кислых стоков, а также нагрузку на оборудование для нейтрализации кислых стоков. Это приведет к уменьшению экологической нагрузки производства на окружающую среду.

Работы проводятся при финансовой поддержке ООО «Абинский ЭлектроМеталлургический завод» (4 млн. руб.), Кубанский Научный Фонд (3 млн. руб.), НОЦ Юга России (0,91 млн. руб.).

В настоящее время в производстве проволоки с защитным покрытием на ООО «Абинский Электрометаллургический завод» (АЭМЗ) в метизном цехе используется большое количество концентрированных ортофосфорной, соляной и серной кислот в процессах производства стальной проволоки с покрытием. После загрязнения отработанные растворы кислот поступают на нейтрализация известковым молоком и щелочью с последующим осаждением тяжелых металлов и образованием сильноминерализованных стоков.

В настоящее время в метизном цехе ООО «Абинский электрометаллургический завод» образуются несколько видов отходов:

- ортофосфорная кислота – 10 м³/месяц
- серная кислота – 15 м³/месяц
- соляная кислота – 70 м³/месяц.

В 2021 г. затраты ООО «АЭМЗ» на закупку кислот составили 11,5 млн. руб. в год, на утилизацию – 33,8 млн. руб. в год.

Технологический проект	10. Гибридная мембранная технология безреагентной переработки промышленных кислотосодержащих стоков
Приоритет НТР	<p>а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;</p> <p>ж) возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.</p>
Направление деятельности центра	AquaTrack
Мероприятие 1	Проведение опытно-промышленных испытаний усовершенствованного макетного образца экспериментальной установки переработки кислых отходов.
Задача 1	Изучение возможности удаления стеаратной смазки из растворов соляной, ортофосфорной и серной кислот, что необходимо для их дальнейшей переработки мембранными методами, а также для уменьшения периодичности замены кислот в технологических ваннах.
Задача 2	Провести опытно-промышленные испытания гибридной мембранной установки в процессе рекуперации соляной кислоты.
Задача 3	Провести опытно-промышленные испытания гибридной мембранной установки в процессе рекуперации серной кислоты.

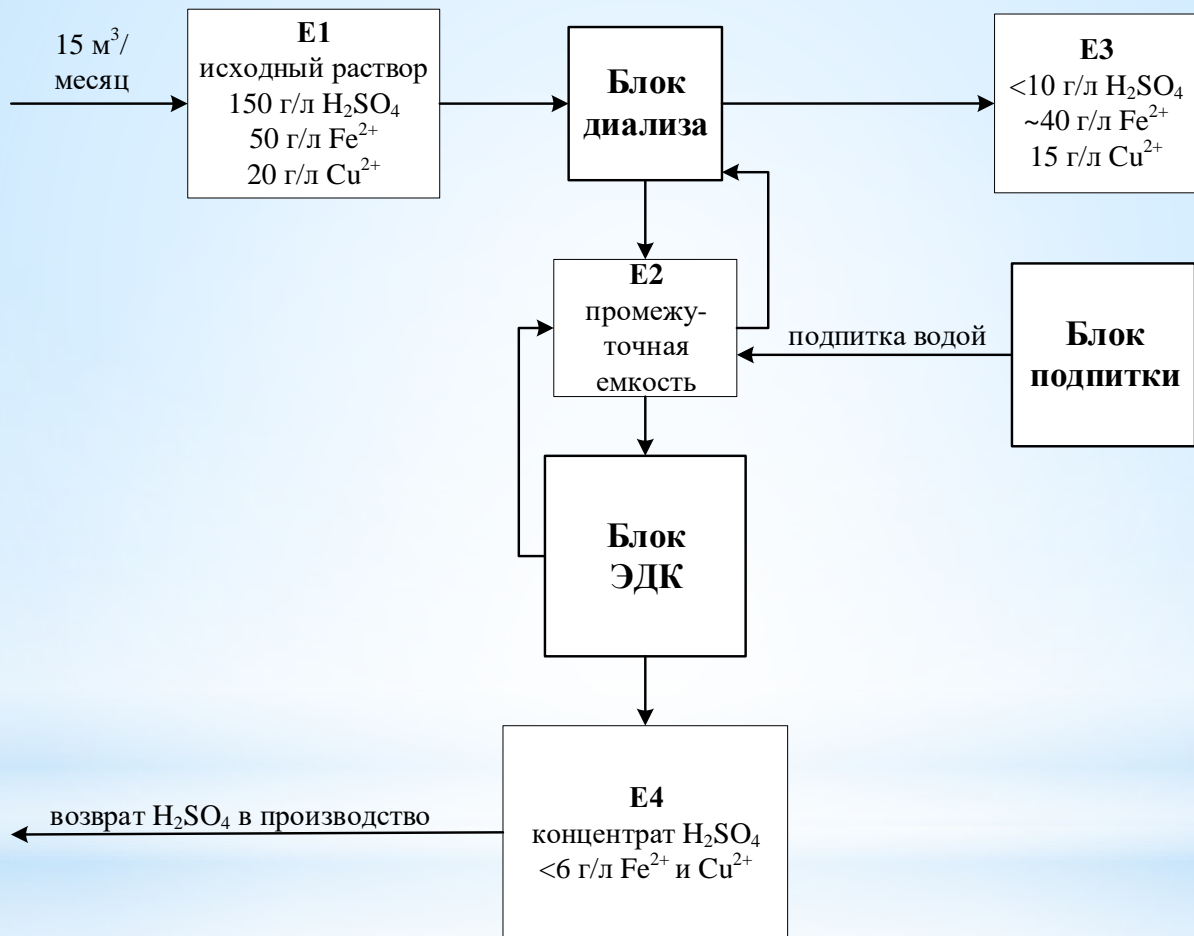
Внешний вид фильтрационной установки для предварительной очистки кислот



Внешний вид мембранной установки рекуперации кислот



Принципиальная схема переработки отработанного сернокислого раствора омеднения



Краткое описание технологии переработки отработанного солянокислого раствора травления

Отработанный раствор сернокислого раствора омеднения содержит серную кислоту (150 г/л), Fe^{2+} (50 г/л), Cu^{2+} (20 г/л).

Отработанный раствор из емкости E1 поступает на блок диализа, где за счет градиента концентрации происходит диффузионный перенос через мембраны растворенных веществ в воду. Разделение серной кислоты и сульфатов железа и меди достигается за счет различных скоростей их переноса через ионселективные мембраны.

В результате образуется разбавленный раствор серной кислоты, содержащий незначительное количество сульфатов железа и меди (емкость E2) и раствор сульфатов железа и меди, содержащий незначительное остаточное количество серной кислоты (емкость E3). Степень извлечения кислоты может достигать 90-95%. Раствор из емкости E2 поступает на блок электродиализного концентрирования и концентрат из емкости E4 возвращается в технологический цикл. Так как из емкости E2 происходит непрерывный отбор серной кислоты, необходима его подпитка водой (для этого может быть использована уже существующая на заводе обратноосмотическая установка).

Схема диализного разделения кислот и солей

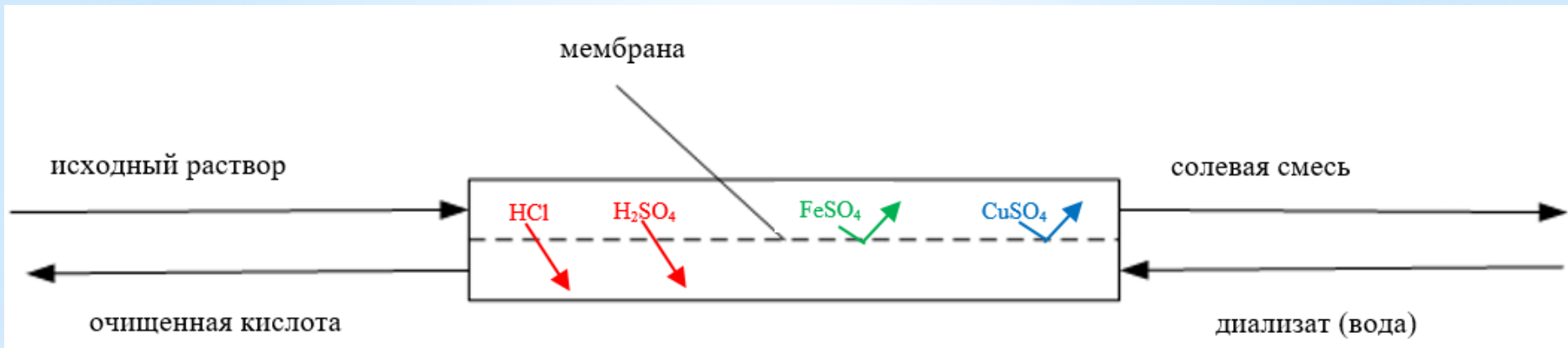
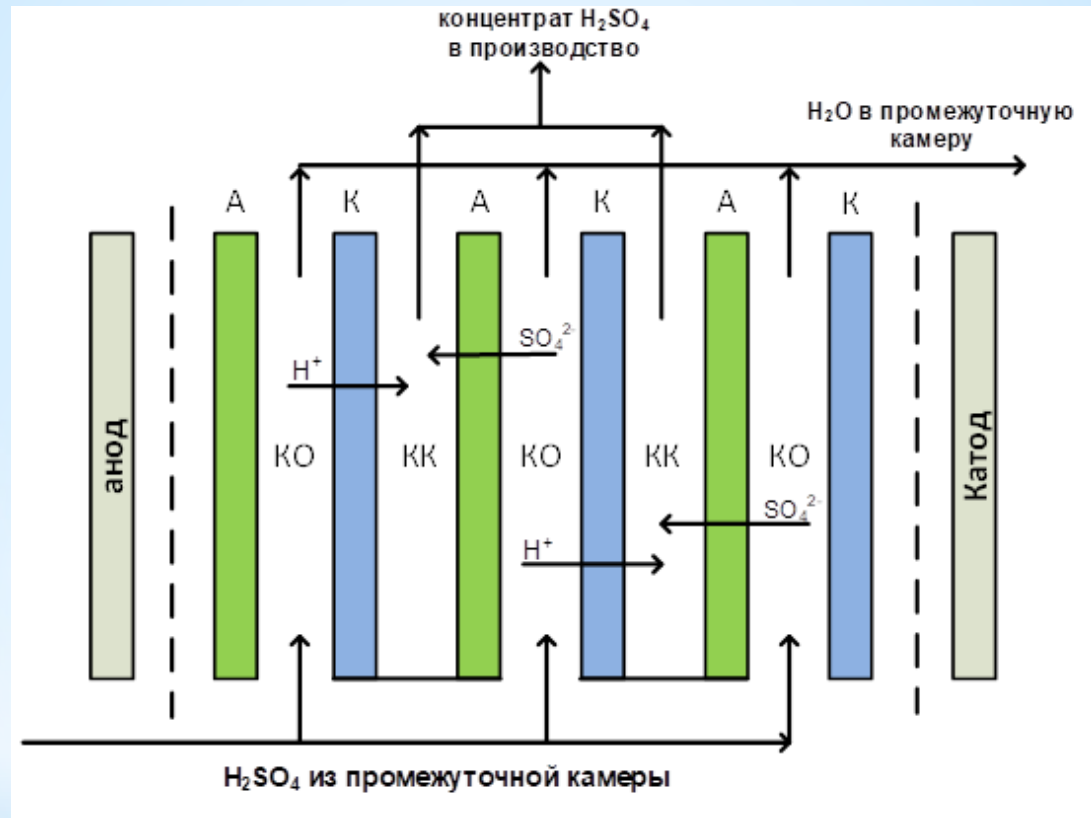


Схема электродиализатора-концентратора кислот



А – анионообменная мембрана; К – катионообменная мембрана;
КК – камера концентрирования; КО – камера обессоливания;
ЭК – электродная камера

* В результате выполнения проекта разработана фильтрационная установка для предварительной очистки кислот. Показана высокая эффективность удаления частиц механических примесей (стеаратной смазки и окалины) из ортофосфорной, серной и соляной кислот. Так как ортофосфорная кислота не содержит растворенных тяжелых металлов (из-за крайне низкой растворимости фосфатов), то после фильтрования она может быть повторно использована в технологическом цикле.

* Разработана гибридная мембранная технология и установка, включающая в себя модули диализа и электродиализа, позволяющая очищать минеральные кислоты от солей металлов и возвращать кислоты в технологический процесс при производстве стальной проволоки.

* Проведены опытно-промышленные испытания мембранной установки в процессе рекуперации серной кислоты:

- в процессе рекуперации серной кислоты из отработанного раствора омеднения получена регенерированная кислота с концентрацией более 110 г/л и остаточным содержанием железа и меди не более 6 г/л, которая может быть повторно использована в технологическом процессе;

По результатам предварительных опытно-промышленных испытаний установки рекуперации соляной кислоты ее возврат составляет около 50%. Для создания установки рекуперации соляной кислоты необходимо проведение дополнительных исследований

В настоящее время на основании данных, полученных в ходе промышленных испытаний производится расчет технико-экономических показателей промышленных установок :

- Фильтрации ортофосфорной кислоты, производительностью 20 м³/месяц
- Мембранной рекуперации серной кислоты, производительностью 15 м³/месяц с возвратом до 90%

Внедрение гибридной мембранной технологии для рекуперации кислот и их возврата в производство из отработанных технологических растворов травления и омеднения позволит значительно снизить потребность предприятия в концентрированных кислотах, уменьшить затраты на переработку кислых стоков, минимизировать экологическую нагрузку производства на окружающую среду.