

## МАЛОСТОЧНЫЕ СХЕМЫ ИОНИТНЫХ УСТАНОВОК

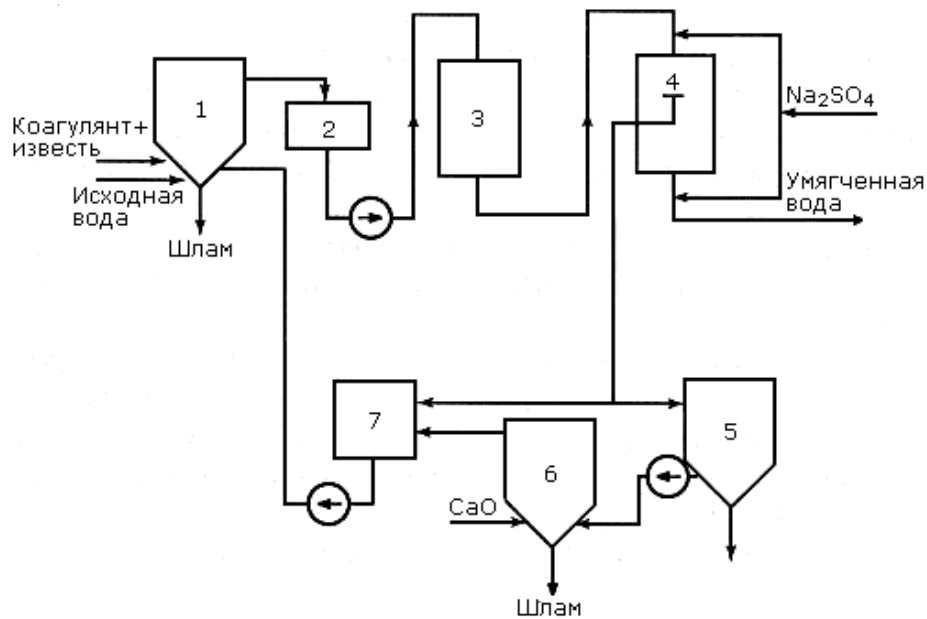
Шмидт К.В., Карбышев С.А.,  
Научный руководитель Охорзина Т. И.  
Сибирский федеральный университет

Производство электрической и тепловой энергии на современных ТЭС сопровождается большим потреблением природной и сбросом сточных вод. Содержащиеся в воде хлориды обладают наибольшей миграционной способностью, связанной с их высокой растворимостью, слабо выраженной способностью к сорбции и биологической регенерации. Повышенное содержание хлоридов ухудшает органолептические качества воды, делает ее малопригодной для питьевого водоснабжения, технического и хозяйственного использования. Наличие в стоках хлоридов ведет к увеличению бихроматной окисляемости, негативно сказывающейся на состоянии водных экосистем в местах сбросов. Дефицит кислорода отмечается в местах «локальных катастроф» и приводит к уменьшению биологического разнообразия водных экосистем. Таким образом, совершенно очевидной становится актуальность проблемы разработки таких способов обработки воды для ТЭС, которые бы значительно уменьшили объемы стоков и концентрацию содержащихся в них реагентов. Сокращение количества сточных вод ВПУ и снижение их минерализации обеспечивается путем совершенствования водоподготовительных технологий, а также утилизацией образующихся сточных вод и содержащихся в них реагентов.

Среди методов утилизации сточных вод и содержащихся в них реагентов основными являются:

- 1) удаление солей жесткости из регенерационных растворов в виде трудно растворимых  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  при известковании с добавлением в осветители сбросных регенерационных растворов анионитных фильтров, растворов соды или едкого натра;
- 2) выделение части ионов  $\text{Ca}^{2+}$  из отработанных регенерационных растворов умягчительных фильтров при регенерации последних  $\text{NaSO}_4$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- 3) повторное использование регенерационных растворов по методу развитой регенерации;
- 4) использование электродиализных установок для повышения концентрации "мягких" регенерационных растворов перед их повторным использованием и другие.

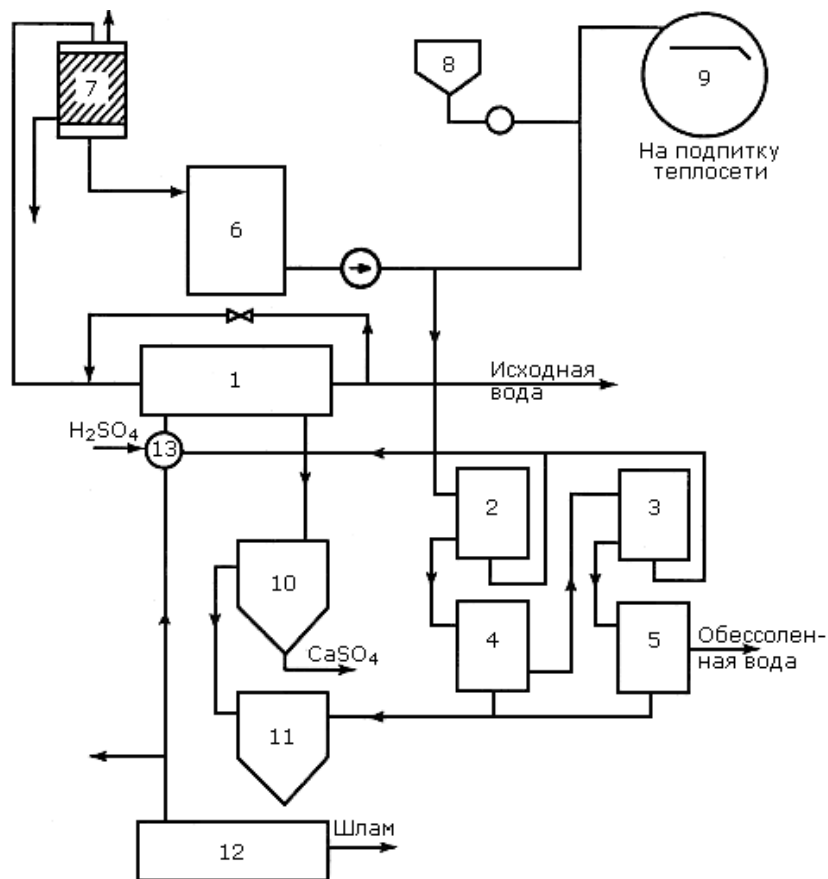
На рис. 1.1 в качестве примера представлена схема малосточного умягчения с повторным использованием умягченных регенерационных вод в качестве исходной воды, обрабатываемых в осветителе известью и коагулянтом. Двухпоточно-противоточный фильтр в этой схеме регенерируется  $\text{NaSO}_4$ . Регенерационные растворы собираются в два бака. Маломинерализованные регенерационные воды (взрыхляющие, отмывочные) собираются в бак (7), где усредняются, а затем направляются в осветитель (1) для совместной обработки с исходной водой. Концентрированные регенерационные воды в количестве, равном объему исходного регенерационного раствора, собираются в бак (5), затем направляются в осветитель (6), где частично умягчаются за счет выделения сульфата кальция и гидроксида магния.



**Рис. 1.1. Схема малосточного умягчения с известкованием и натрий-катионированием:**

1 - осветлитель; 2 - бак известкованной воды; 3 - осветлительный фильтр; 4 - двухпоточно-противоточный Na-катионитный фильтр; 5 - бак концентрированных регенерационных вод; 6 - бак-кристаллизатор; 7 - бак умягченных регенерационных вод.

По схеме (рис. 1.2), разработанной отработавшие стоки катионитных фильтров (1) направляются в отстойник (10), где происходит самопроизвольное осаждение сульфата кальция. Затем раствор поступает в отстойник (11), куда подаются щелочные стоки анионитных фильтров (4) и (5) обессоливающей установки, и происходит осаждение гидроксида магния. При необходимости в бак (11) может быть подана свежая щелочь. После отделения основной массы солей раствор смешивают в смесителе (13) с отработавшими растворами H-катионитных фильтров (2) и (3) обессоливающей установки и используют в процессах регенерации катионитных фильтров подпитки теплосети (1). При необходимости в раствор дозируют нужное количество серной кислоты. Сульфат кальция и гидроксид магния выделяют из раствора отдельно в аппаратах-кристаллизаторах, в которых раствор подается снизу вверх и проходит через слой образовавшегося осадка, который служит затравкой и ускоряет процесс кристаллизации. Осадок отводится на шламоуплотнительную станцию или на шламоотвал (12). Фильтрат после отжима шлама подается снова в баки (10) и (11) или на смеситель (13). Шлам после отжима представляет собой товарные продукты - гипс и магнезит.



**Рис. 1.2. Технологическая схема умягчения подпиточной воды для открытой теплосети с утилизацией сточных вод обессоливающей установки:** 1 - Н-катионитные фильтры с "голодной" регенерацией и буферные фильтры; 2, 3 - Н-катионитные фильтры 1 и 2 ступеней; 4, 5 - анионитные фильтры 1 и 2 ступеней; 6 - бак; 7 - декарбонизатор; 8 - узел для дозирования силикатонатрия; 9 - деаэратор; 10, 11 - отстойники типа осветлителя; 12 - шламоотстойник; 13 – смеситель.

Кроме вышепредставленных схем очистки стоков от реагентов, используется электродиализное обессоливание воды. Электродиализное обессоливание воды используется на ТЭС как мембранный метод обработки теплоносителя при высоком солесодержании и хорошей предварительной очистке исходной воды от коллоидных и грубодисперсных примесей [3,4].

Электродиализные установки (ЭДУ) в схемах водоподготовки ТЭС применяются как ступень дополнительной обработки воды для снижения нагрузки на ионообменные фильтры Н-катионирования и ОН-анионирования. В случае использования ЭДУ удастся существенно понизить расход дорогостоящих реагентов (кислоты, щелочи) на регенерацию ионообменных фильтров и увеличить длительность фильтрационного цикла. Даже при применении простейшей одно или двухступенчатой обработки воды на электродиализных аппаратах перед ее подачей в ионообменные фильтры Н-катионирования и ОН-анионирования расход кислоты и щелочи на регенерацию снижается на 60-70%. Значительно снижается также количество вредных стоков из водоподготовительных установок.

Такие комбинированные схемы с ЭДУ применялись в 70 - 80 годы на ряде ТЭС России и показали высокую эффективность, однако при существовавшей ранее ценовой политике (при низкой стоимости реагентов и ионообменных материалов) и некоторых недоработках в технологии не смогли найти массового применения.

Сегодня экономическая ситуация в энергетике существенно изменилась в пользу ЭДУ, так как расчетный срок окупаемости этих технологических систем не превышает 1,5 - 2 лет. Кроме того, появляются перспективы использования ЭДУ для решения очень важной задачи переработки кислотных и щелочных стоков после ионообменных установок. На ряде российских электростанций уже предпринимаются попытки применения химических реакторов для восстановления регенеративных растворов, однако химические технологии в большинстве случаев требуют дополнительных затрат специальных дорогостоящих реагентов, хотя и в меньших количествах. ЭДУ целевого назначения, установленные на стоках, могут замкнуть весь регенеративный цикл ионообменной части ВПУ и довести расходы кислоты и щелочи, потребляемые на восстановление ионообменной емкости фильтров Н-катионирования и ОН-анионирования, до предельного минимума. Это будет принципиальным решением не только экономической, но и определенной экологической задачи.

В промышленной энергетике часто применяется для подпитки котлов и тепловых сетей артезианская вода, которая не требует предварительной очистки и может быть достаточно эффективно обработана на ЭДУ с целью ее умягчения и частичного обессоливания. В этом случае ЭДУ могут заменять затратные и экологически небезопасные фильтры Na-катионирования на ТЭС и промышленных котельных.

Представленная мной информация дает основание для разработки автоматизированного химического контроля стоков с целью их разделения и последующей обработки.