

УДК 621.311.25

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАЛООТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ХВО

Римашевская Е.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чиж В.А.

В конце XX в. наибольшее распространение получила технология обессоливания воды на базе параллельно-точных ионитных фильтров (для вод с малой и средней минерализацией) и термическое обессоливание (для вод с высокой минерализацией или повышенной окисляемостью) [5]. Ужесточение экологических требований к водоподготовке, ухудшение качества обрабатываемых вод и высокие эксплуатационные затраты привели к созданию новых технологий обработки воды.

Анализ литературных источников [1-3,5] показывает, что предложения по совершенствованию технологии обессоливания воды на ТЭС можно разделить на следующие группы:

- оптимизацию действующих установок ионообменного химического обессоливания (ХОУ), направленную на сокращение расхода реагентов и стоков;
- разработку схем ХОУ на основе противоточных технологий (UPCORE, Schwebbett и др.);
- разработку схем обессоливания на основе мембранных методов обработки воды;
- создание малоотходных технологий на основе термического метода.

Реализация названных направлений совершенствования водоподготовки на ТЭС в начале XXI в. привела к созданию ряда новых технологических систем.

При работе по технологической схеме ХОУ, установки комбинированного обессоливания воды (КОУ) или термического обессоливания воды (ТОУ) образуются сточные воды, которые после согласования условий их приёма обычно отводятся в окружающую среду. Результаты технико-экономических расчётов показывают, что при небольшой минерализации природных вод, наиболее экономичным является метод ионообменного химического обессоливания. Другие технологии имеют преимущество при более высокой минерализации используемой воды. [2, 5]

При повышенной минерализации или окисляемости природных вод рекомендуется термическое обессоливание. Опытные данные подтверждают, что дистилляция позволяет достаточно глубоко очищать воду от органических нелетучих примесей. Однако вследствие неустойчивости работы многоступенчатых испарительных установок (МИУ) в отдельных случаях наблюдается повышенный вынос органических примесей во вторичный пар и далее в дистиллят МИУ.

В ряде случаев (Саранская ТЭЦ-2 АО "Мордовэнерго", ОАО "Ивановские ПГУ", Казанская ТЭЦ-3) [5] был проведен комплекс работ по сокращению как водоподведения, так и водоотведения. По результатам исследований водно-химического режима (ВХР) на данных электростанциях были реализованы малоотходные технологические схемы, реализация которых позволила утилизировать основную часть сточных вод.

Таким образом, накопленный опыт освоения различных технологий обработки воды позволил раз работать три варианта малоотходных комплексов водопользования, реализация которых на ТЭС позволит значительно сократить использование природной воды и сброс сточных вод и снизить за счёт этого негативное воздействие ТЭС на гидросферу.

Исследование программного проектирования ВПУ ТЭС

В качестве проектируемой электростанции выступает ТЭЦ, на которой установлено следующее основное оборудование:

- 2 прямоточных котла ТГМП-314 (ПП-1000-240) номинальной паропроизводительностью 1000 т пара/ч каждый, с давлением перегретого пара на выходе 24 МПа, работающие с 2-мя турбинами Т-250/300-240, выполненными на сверхкритические

параметры пара; каждая турбина имеет номинальную мощность 250 МВт при начальных параметрах пара 24 МПа и 540 °С;

- барабанный котел Е-500-13,8 номинальной паропроизводительностью 500 т пара/ч, с давлением перегретого пара на выходе 13,8 МПа, температурой перегретого пара – 560 °С, работающий с турбиной ПТ-80/100-12,8/1,3 номинальной мощностью 80 МВт при начальных параметрах пара 12,8 МПа и 555 °С.

В качестве основного вида топлива проектируемой ТЭС выступает природный газ; резервным топливом является мазут.

Для конденсации отработавшего в турбине пара, охлаждения масла и газа турбин, электрогенераторов, подшипников, вспомогательных механизмов (дымососов, вентиляторов, питательных насосов) используется оборотная система охлаждения с градирнями.

В качестве источника водоснабжения проектируемой ТЭС выступает водоем со следующими показателями качества воды (табл. 1):

Таблица 1 – Показатели качества исходной воды

Показатель	Мг/кг	экв	Мг-экв/кг
Ca ²⁺	35,07	20,04	1,75
Mg ²⁺	9,11	12,15	0,75
Na ⁺	4,4	22,99	0,19
HCO ₃ ⁻	115,9	61,00	1,9
SO ₄ ²⁻	23,1	48,03	0,48
Cl ⁻	5,8	35,45	0,16
NO ₃ ⁻	-	-	-
SiO ₂ /SiO ₃ ²⁻	8,7	38,04	0,23

Целью данной работы стало проведение сравнительного анализа ионообменной и обратноосмотической технологии подготовки воды при проектировании водоподготовительных установок (ВПУ).

В качестве расчетной системы принята ВПУ с расходом воды 143,8 м³/ч. Подпитка теплосетей составляет 330 м³/ч.

При проектировании ВПУ, основанной на противоточной технологии ионного обмена, было принято 3 цепочки (2 в работе, 1 в резерве) трехступенчатой подготовки обессоленной воды производительностью 71,9 м³/ч каждая. Ионообменные фильтры данной ВПУ загружены смолами MARATHON MSA, MAC-3 PS, MARATHON C, MARATHON A, MARATHON WBA производства компании Dow Chemical.

Эскиз данной схемы ВПУ ТЭС представлен на рисунке 1.

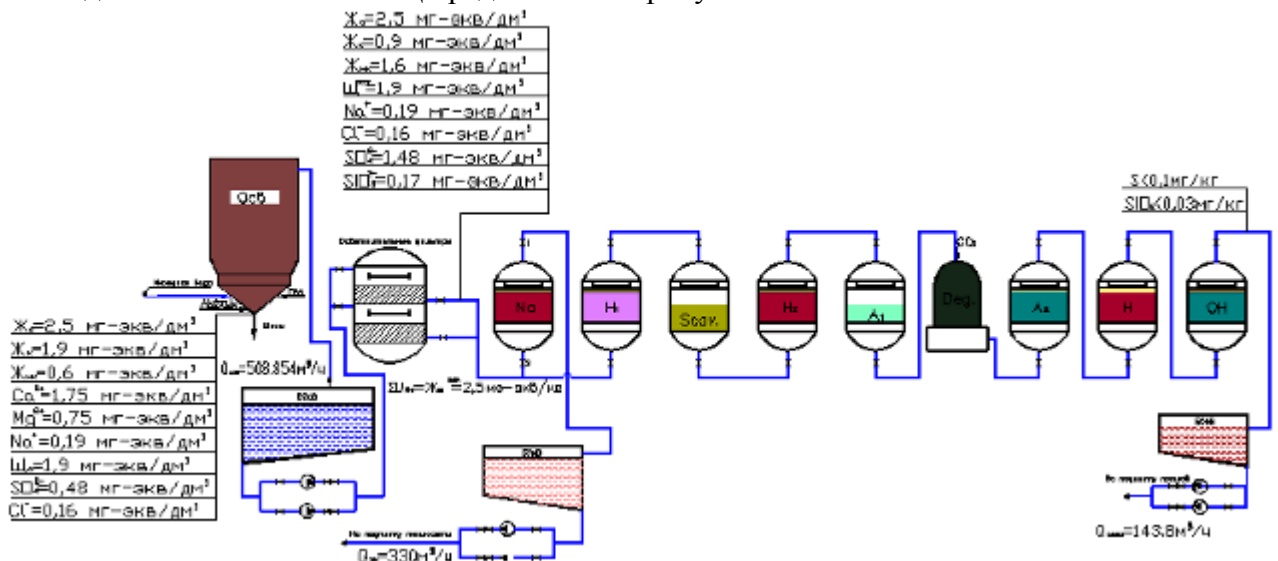


Рисунок 1 – Эскиз схемы ВПУ ТЭС 580 МВт

Для расчета и проектирования схемы ВПУ и подпитки тепловых сетей используем компьютерную программу проектирования систем ионного обмена CADIX, разработанную компанией Dow Chemical.

При проектировании малоотходной ВПУ, основанной на мембранных технологиях подготовки воды по методу обратного осмоса, за основу была взята технологическая схема малоотходной ВПУ, реализованная на Саранской ТЭЦ-2 [5]. Эскиз схемы малоотходной ВПУ ТЭЦ представлен на рисунке 2.

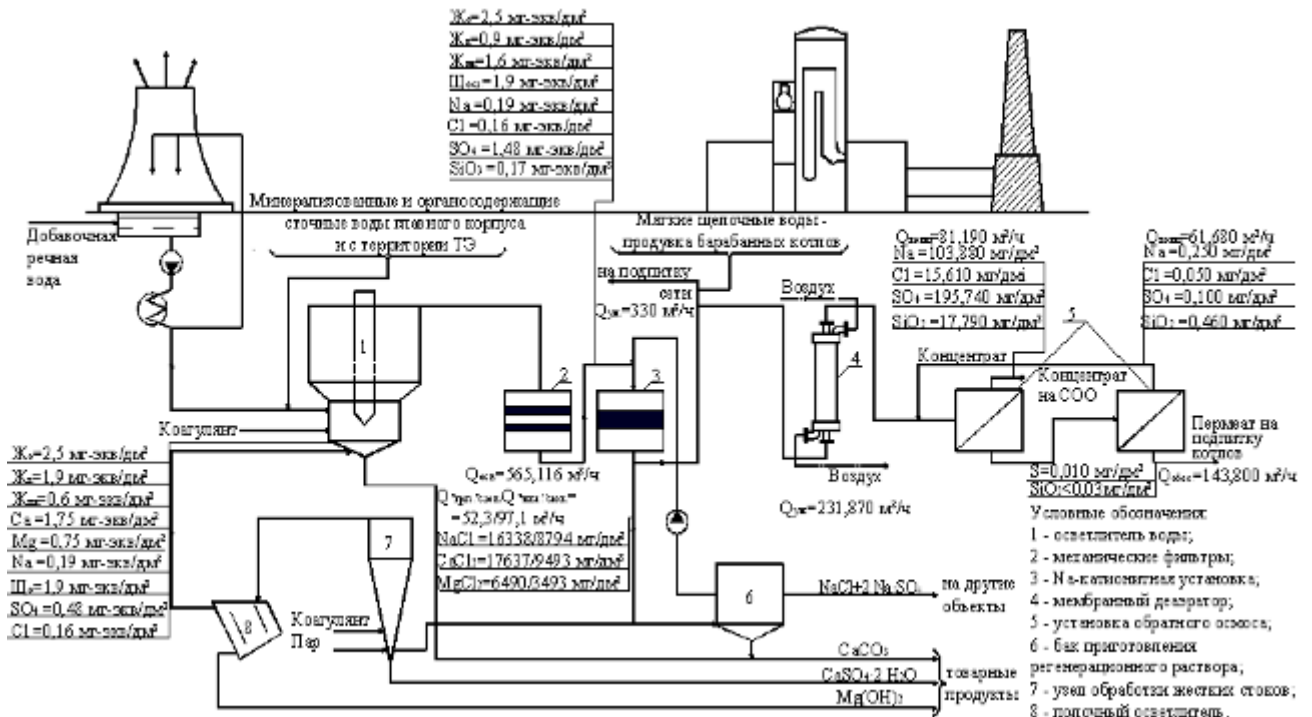


Рисунок 2 – Эскиз схемы малоотходной ВПУ ТЭЦ 580 МВт

Продувочная вода системы оборотного охлаждения (СОО), а также маломинерализованные и органосодержащие сточные воды главного корпуса и с территории ТЭЦ подаются на предочистку, состоящую из осветлителей ВТИ-160 для коагуляции и механических фильтров. Далее осветлённая вода проходит стадию одноступенчатого ионирования на Na-катионитных фильтрах. Затем часть умягчённой воды отбирается для подпитки тепловой сети, а оставшаяся вода поступает в мембранный деаэратор. В деаэратор также подаются продувочные воды барабанных котлов. Деаэрированная вода подается в двухступенчатую установку обратного осмоса (УОО) с рециклом концентрата второй ступени для подмеса к питательной воде первой ступени. В качестве финишного этапа обессоливания используется ступень Н-ОН-ионирования.

Часть концентрированного отработанного регенерационного раствора Na-фильтров, стабилизированная по сульфату кальция, используются для приготовления регенерационного раствора для этих фильтров. Остальное количество отработанного регенерационного раствора с повышенной минерализацией после коагуляции в узле 7 через полочный осветлитель 8 подаётся в осветлитель 1.

При проектировании малоотходной ВПУ, основанной на мембранных технологиях подготовки воды по методу обратного осмоса, было принято к установке 4 Na-фильтра (3 в работе, 1 в резерве), производительностью 188,372 м³/ч каждый (Na-фильтры загружены катионообменной смолой MARATHON C производства компании Dow Chemical); двухступенчатая однокаскадная УОО, производительность 2-й ступени которой по пермеату составила 143,8 м³. Гидравлический КПД обеих ступеней УОО равен 70%. В качестве

мембранных элементов для УОО используются рулонные обратноосмотические мембранные элементы RO-390-FF, производимые компанией Dow Chemical. Количество фильтродержателей в каждом каскаде первой ступени УОО равно 18, второй ступени УОО – 11. Для повышения качества обессоленной воды в каждом фильтродержателе УОО последовательно установлено 4 мембранных элемента.

Для расчета и проектирования схемы умягчения и подпитки тепловых сетей используем компьютерную программу проектирования систем ионного обмена CADIX; для расчета и проектирования УОО используем компьютерную программу проектирования систем обратного осмоса и нанофильтрации ROSA.

Результаты расчетов показали, что солесодержание пермеата 2-й ступени УОО составляет 0,1 мг/дм³. Это позволило убрать из схемы ВПУ Н-ОН фильтры окончательного обессоливания воды и сократить объем сточных вод.

Результаты сравнения исследованных ВПУ показывают значительное сокращение расходов химических реагентов, а также качественное и количественное (снижение объема “грязных” стоков приблизительно в 3 раза и “чистых” стоков практически в 1,5 раза) изменение состава сточных вод при использовании УОО вместо ВПУ, основанной на технологиях ионного обмена.

Результаты исследований могут быть применены при проектировании новых малосточных ВПУ ТЭС, что позволит значительно сократить использование природной воды и реагентов, а также объем сточных вод и концентрацию ионов в сточных водах и снизить за счет этого негативное воздействие ТЭС на гидросферу.

Литература

1. Боровкова И.И., Балаев И.С., Громов С.Л., Сидоров В.А., Шуляев В.А. – Внедрение противоточной технологии UPCORE фирмы «Дау Кэмикал» (США) на ВПУ по обессоливаю ТЭЦ-12 МОСЭНЕРГО – «Электрические станции», 2000, № 5, - с. 29-31
2. Выбор метода водоподготовки на ТЭС различных типов/ Седлов А.С., Потапкина Е.Н., Рыков А.П. и др.// Вестник МЭИ, 2004, №4
3. Громов С.Л. - Технологические преимущества процесса противоточной регенерации ионообменных смол UPCORE: промывка взрыхлением – «Теплоэнергетика», 1998, № 3 - с. 52-55
4. Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программные расчеты: учебное пособие для ВУЗов/ Копылов А.С. и др. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 222 с.
5. Седлов А.С., Шищенко В.В., Ларин Б.М., Ларин А.Б., Потапкина Е.Н., Хазиахметова Ф.Р. Опыт совершенствования технологий обессоливания воды на ТЭС - «Электрические станции», 2010, № 10 - с. 13-21.