

Лекция 9. Сточные воды ТЭС

9.1 Общие положения

Эксплуатация ТЭС сопряжена с использованием природной воды и образованием жидких отходов, часть из которых после переработки направляется в цикл повторно, но основное количество потребляемой воды выводится в виде стоков, к которым относятся:

- 1) сбросные воды систем охлаждения;
- 2) шламовые, регенерационные и промывочные воды водоподготовительных установок и конденсатоочисток;
- 3) сточные воды систем гидрозолоудаления;
- 4) воды, загрязненные нефтепродуктами;
- 5) отработанные растворы после химической очистки стационарного оборудования и его консервации;
- 6) воды от обмывки конвективных поверхностей ТЭС, сжигающих мазут;
- 7) воды от гидравлической уборки помещений;
- 8) дождевые и талые воды с территории энергообъекта;
- 9) сточные воды систем водопонижения.

Составы и количества перечисленных стоков различны. Они зависят от типа и мощности основного оборудования ТЭС, вида используемого топлива, качества исходной воды, способов водоподготовки, совершенства приемов эксплуатации и т.п. Попадая в водотоки и водоемы, примеси сточных вод могут менять солевой состав воды, концентрацию кислорода, величину рН, температуру, содержание ГДП и другие показатели, затрудняющие процессы самоочищения водоемов и влияющие на жизнеспособность водной фауны и флоры.

В качестве меры для экономии водопотребления на ТЭС, ограничения сброса сточных вод и защиты тем самым от загрязнения, засоления и истощения всех водных объектов в 1998 г. законодательно введена плата за забор и сброс воды, хранение и вывоз твердых отходов.

9.2. Сточные воды систем охлаждения

Сточные воды прямоточных систем охлаждения, сбрасываемые после конденсаторов турбин, газо-, воздухо-, маслоохладителей и других теплообменных аппаратов, где вода природных источников только нагревается, но не загрязняется химическими или механическими примесями, не требует очистки. Температура сбрасываемой воды в таких системах обычно превышает температуру водоисточника на 8 – 10°C, вызывая его тепловое загрязнение. При расчете сбросов подогретой воды необходимо учитывать, что расчетная летняя температура водных объектов питьевого и культурного назначения не должна повышаться более чем на 3°C, зимняя – на 5°C.

Для обеспечения требуемого уровня температуры воды применяют:

- 1) глубинные водозаборы и поверхностные выпуски;
- 2) брызгальные устройства над акваторией отводящих каналов;
- 3) увеличение кратности охлаждения конденсаторов в зимний период;
- 4) эжектирующие водовыпуски.

9.3. Сточные воды водоподготовительных установок

Эксплуатация ВПУ связана с потреблением больших количеств извести, коагулянта, регенерантов (H_2SO_4 , NaOH, NaCl). Стоки предочистки содержат шлам различного состава, определяемого ее типом. Основная часть регенерирующих веществ переходит в сточные регенерационные воды и является потенциальным источником загрязнения природных водных объектов (таблица). Количественные характеристики сбросных вод ВПУ определяются при проведении технологических расчетов.

Тип установки	Общая жесткость, мг-экв/дм ³	Концентрация, г/дм ³		
		Солесодержание	Хлориды	Сульфаты
Na-катионирование	58 – 160	9.9 – 14.6	6.0 – 8.1	Исходное значение
H-катионирование с "голодной" регенерацией	40 – 64	3.3 – 4.7	Исходное значение	1.75 – 3.0
Химическое обессоливание по схеме "цепочки"	15.6 – 19.0	3.2 – 4.5	0.1 – 0.4	1.8 – 2.2

Сброс вод, содержащих такие загрязнения, даже после взаимной нейтрализации кислых и щелочных стоков обессоливающих установок (рис. 9.1), разрешается в редких случаях, когда естественный водоем имеет мощный дебит, способный разбавлять вредные химические вещества до значений их ПДК.

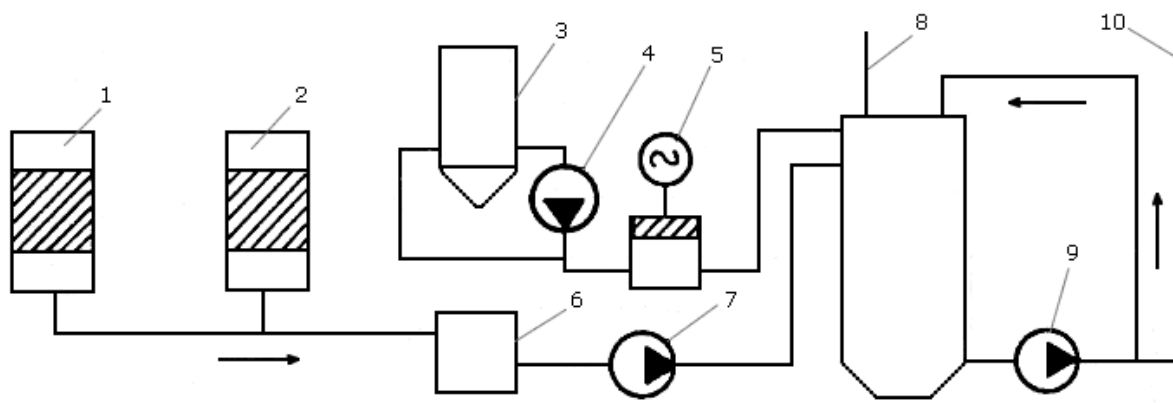


Рис. 9.1. Схема нейтрализации сточных вод обессоливающих установок: 1 – Н-катионитные фильтры; 2 – анионитные фильтры; 3 – мешалка известкового молока; 4 – перекачивающий насос; 5 – насос-дозатор; 6 – промежуточный бак сбора регенерационных вод; 7 – перекачивающий насос; 8 – бак-нейтрализатор; 9 – насос перемешивания и сброса; 10 – охлаждающая или природная воды

Внедрение экономических и экологических схем ВПУ в настоящее время ведется в следующих направлениях:

- 1) применение противоточных фильтров в схемах ВПУ ;
- 2) использование мембранных технологий ;
- 3) изменение внутренних взаимосвязей различных узлов технологических схем и применение оборудования, позволяющего снизить расходы реагентов и воды на собственные нужды, извлекать из сточных вод ценные компоненты, т.е. создавать малоотходные схемы ВПУ.

9.4. Воды систем гидрозолоудаления

На ТЭС, сжигающих твердое топливо, зола и шлак обычно удаляются водой на золоотвалы. Расход воды на транспортировку золы и шлака составляет 15 – 40 м³/т. За счет растворения транспортная вода насыщается примесями в концентрации до нескольких тысяч мг/дм³, ее рН может меняться от сильнокислого до сильнощелочного. Состав и степень загрязненности вод систем ГЗУ должны приниматься на основе фактических данных химического контроля. Для поддержания солевого баланса и предотвращения интенсивного образования отложений в пульпопроводах, насосах, в линиях осветленной воды часть оборотной

воды сбрасывают в водоемы и заменяют свежей. Однако сбросные воды систем ГЗУ могут содержать токсичные элементы – мышьяк, ванадий, фтор и др., поэтому по современной классификации они относятся к токсичным стокам. В этой связи оборотные системы на новых и реконструируемых ТЭС должны быть бессточными с возможностью использования воды из оборотных систем для производственных нужд ТЭС с возвратом их в систему ГЗУ. При создании оборотных систем ГЗУ без продувок целесообразно исключить сброс в них ливневых вод, продувочных вод градирен, минерализованных сточных вод ВПУ. При дефицитном водном балансе допустимо сохранить подачу в систему ГЗУ продувочной воды осветлителей и сточных вод от химических очисток оборудования.

Применение оборотных систем ГЗУ не являются единственным решением проблемы загрязнения окружающей среды. В ряде зарубежных стран применяют сухие методы складирования золы и шлака с последующей их переработкой в механически прочные и химически инертные гранулы.

9.5. Стоки, загрязненные нефтепродуктами

Мазутное хозяйство, маслосистемы котлотурбинного цеха и электротехнического оборудования, гаражи являются источником попадания нефтепродуктов в сточные воды ТЭС. Обычно такие воды содержат мазут, смазочные и изоляционные масла, бензин в суммарной концентрации от 30 до 200 мг/дм³ (среднее расчетное значение 100 мг/дм³), а их количество достигает нескольких десятков м³/ч в зависимости от типа используемого топлива и установленной мощности ТЭС.

Недостаточно очищенные нефтесодержащие сточные воды, попадая в водоемы, образуют пленку на поверхности воды, ухудшая условия аэрации, а тяжелые нефтепродукты, оседая на дно, губительно действуют на водную флору и фауну. Поэтому на нефтепродукты установлены очень жесткие ПДК (см. табл. 1.1), так как они являются слабо окисляющимися веществами. Согласно действующим нормативам нефтесодержащие стоки ТЭС должны очищаться и повторно использоваться в качестве исходных для ВПУ, СОО и других систем, а уловленные нефтепродукты – сжигаться в котлах.

Очистка вод от нефтепродуктов осуществляется сочетанием комплексных методов (рис. 9.2), позволяющим обеспечить остаточное нефтесодержание на уровне 0.5 – 1.0 мг/дм³.

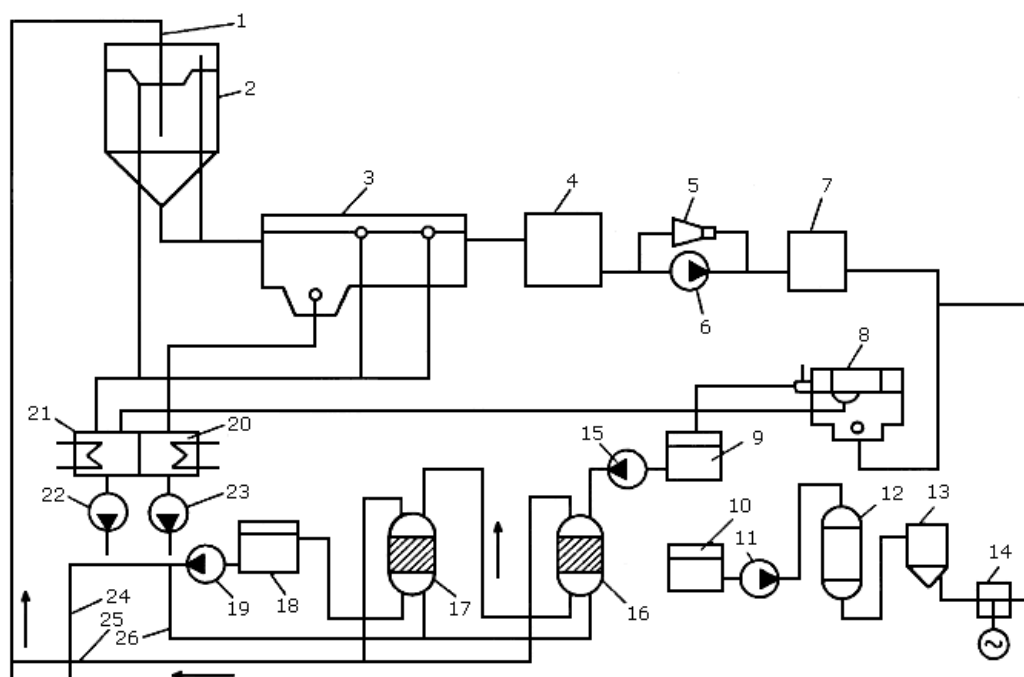


Рис. 9.2. Схема очистки вод, загрязненных нефтепродуктами: 1 – трубопровод замазученных и замасленных вод; 2 – приемный бак-отстойник; 3 – нефтеловушка; 4 – промежуточный резервуар; 5 – эжектор насыщенный водой воздухом; 6 – насос; 7 – напорный бак; 8 – флотатор; 9 – промежуточный резервуар; 10 – ячейка

коагулянта; 11 – насос перекачки коагулянта; 12 – осветлительный фильтр коагулянта; 13 – бак-мерник коагулянта; 14 – насос-дозатор коагулянта; 15 – насос подачи воды на фильтр; 16 – двухслойный осветлительный фильтр; 17 – фильтр активированного угля; 18 – резервуар очищенной воды; 19 – насос очищенной воды; 20 – емкость сбора осадка; 21 – емкость сбора уловленных нефтепродуктов; 22 – насос подачи уловленных нефтепродуктов на сжигание; 23 – насос подачи осадка в накопители; 24 – трубопровод очищенной воды на повторное использование; 25 – трубопровод сбора промывочных вод фильтров; 26 – трубопровод промывки фильтрующих материалов

Среди многочисленных элементов комплексной схемы очистки от нефтепродуктов ранее не были рассмотрены принципы действия нефтеловушек и флотаторов. В основу *нефтеловушки* (рис. 9.3) положен принцип отстаивания, реализуемый под действием разности плотностей воды и нефтепродуктов. Сточная вода подается в приемную камеру и, пройдя под полупогруженной перегородкой, попадает в отстойную камеру, где и происходит процесс разделения эмульсии. Очищенная вода, пройдя под второй полупогруженной перегородкой, выводится из нефтеловушки, а частицы нефтепродуктов, всплывшие на поверхность воды, образуют пленку, которая перемещается специальным движущимся скребковым устройством к нефтесборным щелевым трубам.

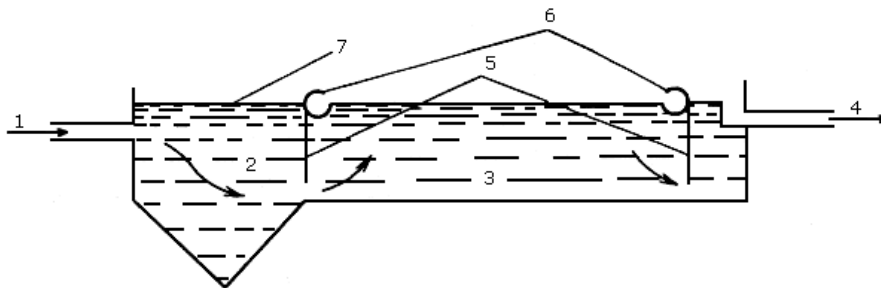


Рис. 9.3. Схема нефтеловушки: 1 – сточная вода; 2 – приемная камера; 3 – отстойная зона; 4 – очищенная вода; 5 – вертикальные полупогруженные перегородки; 6 – нефтесборные щелевые трубы; 7 – пленка всплывших нефтепродуктов

Флотационная очистка воды заключается в образовании комплексов, состоящих из частиц нефтепродуктов и пузырьков воздуха, которыми предварительно насыщают обрабатываемую воду, реализуя принцип напорной флотации. При этом скорость всплытия комплекса превышает на два-три порядка скорость всплытия капли масла. При напорной флотации воздух растворяется в воде под избыточным давлением до 0.5 МПа, для чего он подается в трубопровод перед насосом (обычно с помощью эжектора), а затем водовоздушная смесь в течение 8 - 10 мин находится в специальной напорной емкости, откуда направляется во флотатор. Во флотаторе происходит снижение давления, образование пузырьков воздуха и собственно флотационный процесс разделения воды и примеси. На ТЭС используются горизонтальные многокамерные и радиальные флотаторы, в которые для повышения эффективности очистки может вводиться раствор коагулянта.

9.6. Стоки от химических очисток и консервации оборудования

Химическая очистка котлов и другого теплоэнергетического оборудования производится с помощью растворов неорганических (соляная, серная) и органических (лимонная, щавелевая, фталиевая и др.) кислот, содержащих различные ингибиторы, а также комплексонов (трилон Б и др.), композиций на основе комплексонов и с применением поверхностно-активных веществ (октадециламин и др.), используемых в концентрациях 1 – 50 г/дм³. При пассивации и консервации оборудования могут быть использованы аммиак, гидразин, октадециламин, трилон Б и др. Отработанные растворы помимо основных веществ содержат также соли и оксиды железа, меди, цинка; ионы кальция и магния и другие компоненты. Из этого перечня видно, что состав сбросных растворов весьма сложный, содержит вредные химические вещества, что не допускает их сброса в природные водоемы. Технология очистки вод такого типа предусматривает

их реагентную нейтрализацию, использование окислителей, бассейна-отстойника для осаждения оксидов и гидроксидов тяжелых металлов (рис. 9.4). Заканчивается обезвреживание стоков биохимическим разрушением остаточных органических соединений.

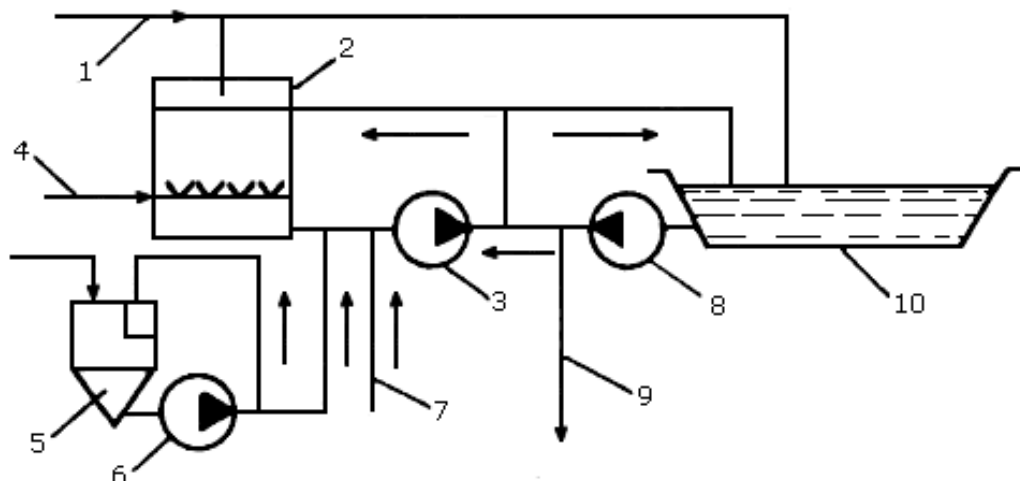


Рис. 9.4. Принципиальная схема нейтрализации и обезвреживания вод от химических очисток оборудования: 1 – сброс отработанных растворов; 2 – бак-нейтрализатор; 3 – насос рециркуляции; 4 – подача сжатого воздуха; 5 – мешалка; 6 – насос подачи окислителя; 7 – ввод реагентов; 8 – насос перекачки; 9 – сброс обезвреженных и нейтрализованных вод; 10 – накопитель-отстойник отработанных вод

В последние годы успешно реализована попытка отказа от применения химических реагентов при очистках и консервации теплоэнергетического оборудования путем использования пароводокислородного метода очистки и пассивации.

9.7. Поверхностные сточные воды

Качественный состав поверхностного стока электростанций определяется интенсивностью и количеством выпадающих дождей, частотой мойки дорожных покрытий и поливочных работ, способами уборки снега. Поверхностный сток может содержать почти все компоненты, находящиеся в производственных сточных водах, однако основными загрязняющими примесями являются ГДП размером до 40 мкм, песок с частицами от 0.1 до 3 мм и нефтепродукты.

В целях уменьшения выноса загрязняющих веществ с поверхностным стоком необходимо иметь самостоятельную систему сбора и отведения таких стоков, которая не имела бы связи с другими системами водоотведения до очистки поверхностного стока. Кроме того, необходимо предусматривать организационные мероприятия, связанные с упорядочением складирования и хранения нефтепродуктов и других реагентов; установкой бордюров, исключающих смыв грунта во время ливневых дождей; регулярной уборкой территории и ремонтом дорожных покрытий и т.п. В качестве систем очистки поверхностных стоков на ТЭС могут быть использованы отстойники с устройствами удаления осадка, дополненные фильтрами с загрузкой антрацитом или активированным углем. Очищенная вода может подаваться в СОО или на другие технологические нужды вместо природной. К сожалению, схемы сбора, очистки и использования поверхностного стока реализованы лишь на нескольких ТЭС, хотя использование таких стоков в масштабах отрасли может дать экономию десятков млн. м³ свежей воды в год.