

**Центральный научно-исследовательский институт
комплексного использования водных ресурсов, г. Минск**
**ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ СБРОСОВ СТОЧНЫХ
ВОД ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОБЪЕКТАХ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

Статья рассматривает проблемы очистки и утилизации высокоминерализованных сточных вод, образующихся на объектах теплоэнергетики, и возможность их повторного использования в технологических процессах.

Объекты теплоэнергетики имеют характерно высокий удельный расход исходной воды для выпуска продукции, а так же специфические виды сточных вод, образующихся на различных этапах производства (химводоподготовка, продувка и т.п.). Как показывает практика, концентрация загрязняющих веществ в отдельных видах сточных водах объектов теплоэнергетики гораздо выше, чем при заборе исходной воды из источника водоснабжения. Наиболее загрязненными сточными водами на объектах теплоэнергетики являются сточные воды от процессов водоподготовки. Водоподготовка проводится на объектах теплоэнергетики в целях обессоливания исходной воды, требуемой для питания паровых котлов и подпитки тепловых сетей. Эти воды обычно загрязнены взвесью, кислотами, щелочами и нейтральными солями и образуются на разных этапах обработки воды.

Таким образом, объём и качество сбрасываемых сточных вод будет зависеть от объёма исходной воды, поступающей на водоподготовку, её качества, применяемых технологий и реагентов при водоподготовке, а также производительности водоподготовительных установок.

Основными типами сточных вод, образующихся в процессе водоподготовки, являются:

- сбросные воды реагентного хозяйства;
- продувочные воды осветлителей;

- сбросные воды промывки механических фильтров;
- сбросные воды после регенерации ионообменных фильтров.

Сбросные воды реагентного хозяйства содержат примеси реагентов, применяемых на водоподготовительных установках (CaO , FeSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaCl , H_2SO_4 , NaOH , CaCO_3). Несмотря на высокую концентрацию примесей, объём этих вод составляет 0,1–0,5% от объёма обработанной воды. Целесообразно направлять их в циклическую систему гидрозолоудаления, с последующим использованием вод на производство тепло- и электроэнергии.

Продувочные воды осветлителей. Данные воды образуются ежедневно в объёме 1–3% от объёма обработанной воды и содержат до 2% сухого шлама (CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$). Их необходимо направить в специальные уплотнители для увеличения концентрации сухого вещества в шламе до 5% и более. Осветленная вода должна подаваться обратно в осветлители или на механические фильтры, а шлам – на фильтрпрессы.

Сбросные воды после промывки механических зернистых фильтров или при спуске первого фильтрата получаются периодически; за одну промывку 40–100 м³ при общем расходе 2–5 % от количества обрабатываемой воды. Они загрязнены взвесью того же состава, что и продувочная вода осветлителей, но в меньшем количестве. В среднем – 500–1000 мг/л. Эти воды должны быть после отстаивания (до содержания взвеси 50–100 мг/л) полностью возвращены на фильтры или в осветлители, а неотстоенные или при большем содержании взвеси — только в осветлители.

Сбросные воды после регенерации Na-, H-, H-Na-катионитных фильтров состоят из двух видов:

отработанного раствора с содержанием регенерирующих реагентов NaCl , H_2SO_4 и вытесненных из катионита солей CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2 и MgSO_4 . Объём сбросных вод составляет 2–3% от количества профильтрованной (умягченной) воды;

отмывочных вод с содержанием тех же загрязнений объёмом 3–5% от количества профильтрованной воды.

С целью сокращения сброса NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 на 30–50 % рекомендуется повторное пропускание части отработанного

регенерационного раствора, ненасыщенного Ca^{2+} и Mg^{2+} , через истощенный Na-катионит предварительно, перед пропусканьем свежего раствора (что сокращает расход регенерирующего реагента на 30-50 %) и обработка дважды отработанного раствора соли содой и известью для осаждения CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

В отдельных случаях более целесообразны возврат отработанного раствора соли и отмывочных вод после Na-катионитных фильтров и обработка их известью и содой в осветлителях вместе с исходной водой в схемах подготовки воды для нетребовательных потребителей. При этом сброс сточных вод с водоподготовительной установки практически прекращается (~1 %), но возрастают соледержание питательной воды и количество продувочной воды котлов. Общее количество сбросных вод энергообъекта при этом сокращается. Прошедшие обработку продувочные воды котлов могут использоваться для подпитки закрытых тепловых сетей, питания испарителей, растворения реагентов и других целей.

Значительно сложнее утилизация или очистка сбросных вод после H- или H—Na-катионитных фильтров. Отработанный регенерационный раствор серной кислоты после регенерации и первые порции отмывочной воды содержат значительное количество (100—140 ммоль/л) CaSO_4 и свободную (неизрасходованную для обмена на Ca^{2+}) серную кислоту. CaSO_4 содержится в количествах, в 2-4 раза превышающих предел насыщения воды при 20-25 °С. При таком пресыщении раствор очень нестабилен и склонен к выделению CaSO_4 в дренажных системах на стенках труб, резервуаров, фильтров и т.д., что приводит к увеличению времени отмывки и перерасходу воды.

Содержащиеся в отработанном растворе и промывочной воде остатки кислоты должны пропускаться через предвключенный H-катионитный фильтр (для "голодной" регенерации). Пройдя через фильтр, отработанный раствор теряет кислоту, приобретает нейтральную реакцию и содержит большие количества $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. После разбавления технической водой до содержания $\text{Ca}^{2+} < 20$ ммоль/л этот раствор может быть сброшен через систему гидрозолаудаления

на шламовые накопители предприятия, в городскую канализацию или в водный объект.

Отработанный раствор кислоты после Н-катионитных фильтров II—III ступеней, содержащий большие количества свободной кислоты и немного $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, должен подаваться для регенерации фильтров I ступени или предвключенных фильтров с "голодной" регенерацией (сдвоенные последовательные регенерации).

Нейтрализация отработанных растворов кислоты и промывочной воды Н-катионитных фильтров допускается только первыми порциями отработанного раствора щелочи после регенерации анионитных фильтров преимущественно I—II ступеней, насыщенных Na_2SiO_3 , Na_2SO_4 , NaCl , которые не могут быть в дальнейшем использованы. Применение для нейтрализации свежей щелочи экономически не выгодно.

Как правило, все кислые воды должны нейтрализоваться известковым молоком, молотой известью, магнезитом, допускается применение молотого мела или доломита. Возможно применение шлама из осветлителей, содержащего CaCO_3 (мел, мрамор) + $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Шлам, содержащий только $\text{Al}(\text{OH})_3$ или $\text{Fe}(\text{OH})_3$, для нейтрализации непригоден, так как соли $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ или $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ сами имеют кислую реакцию.

Отработанные регенерационные растворы (щелочи) и отмывочные воды после регенерации анионитных фильтров из-за их большого объема (15—20 м³/м³ анионита) должны быть использованы внутри самой водоподготовительной установки.

Нейтрализация кислотой щелочных сбросных вод после анионитных фильтров обычно не предусматривается, потому что щелочные воды не опасны для трубопроводов, малоопасные для воды водоемов, а главное — их обычно не хватает для нейтрализации кислых сбросных вод Н-катионитных фильтров.

Из изложенного следует, что система водоподготовки для уменьшения сброса в канализацию и водные объекты своих сбросных вод должна располагать развитой сетью трубопроводов или лучше самотечных каналов и подземных сборных резервуаров для отдельной транспортировки, приемки, хранения, отстаивания, обработки и подачи на вторичное использование всех сточных вод.

Особенности каждой системы канализации объекта теплоэнергетики определяются как принятой схемой обработки и качеством исходной воды, так и принятой схемой регенерации и вторичного использования сбросных растворов и сточных вод.

В большинстве установок химводоподготовки, функционирующих в настоящее время на территории Республики Беларусь, используются технологические схемы, разработанные в 60-70 гг. прошлого века. В результате возникает проблема с нейтрализацией и утилизацией высокоминерализованных сточных вод, образовавшихся в процессе водоподготовки. В настоящее время образовавшиеся высокоминерализованные сточные воды, объекты теплоэнергетики сбрасывают, как правило, либо в системы коммунальной канализации, либо непосредственно в водные объекты. Часть предприятий отводит данные сточные воды на собственные шламовые накопители.

Зарубежный опыт показывает, что для сокращения объёма сточных вод необходимо повторное или последовательное использование воды в различных циклах, а для сокращения количества загрязняющих веществ в сточных водах – применение рационального сочетания существующих технологий обработки воды.

В Европейском Союзе утверждён ряд документов (справочных руководств), описывающих наилучшие доступные методы для снижения поступления загрязнений в окружающую среду и решения основных экологических проблем с учетом структуры и характера производства. В указанных документах рассматриваются общие критерии, применяемые к затратам по технологиям, их экологической эффективности, включая предполагаемое воздействие на различные элементы окружающей среды. Для использования в условиях Республики Беларусь передовых научно-технических разработок в области химводоподготовки, актуальным становится вопрос об анализе существующих методов, а также разработка рекомендаций по очистке и утилизации высокоминерализованных стоков с учётом экономических и экологических показателей.