

СТРОИТЕЛЬСТВО, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ТРАНСПОРТ

УДК 628.162.4.094

**Воронин Александр Ильич, Стоянов Николай Иванович,
Дзюбина Мария Александровна**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД
ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

В статье приведена экологически эффективная технология утилизации сточных вод нефтегазового комплекса. В основу технологии очистки положены процессы электрофлоткоагуляции.

Ключевые слова: сточные воды, электрофлоткоагуляция, анолит, католит.

**Voronin Alexander Ilich, Stoyanov Nikolay Ivanovich, Dzubina Maria Aleksandrovna
THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF UTILIZATION
WASTEWATER FOR THE OBJECTS OF OIL-GAS COMPLEX**

Ecologically effected technology of utilization wastewater for the objects of oil-gas complex is developed. The base of this technology is the electro-flotocoagulation processes.

Key words: wastewater, electroflotocoagulation, anolyte, catholyte.

В современных условиях индустриализации общества, роста объемов промышленного производства, развития энергетики и повышения уровня комфортности среды обитания человека проблемы водоснабжения населения и индустриальных центров приобретают все нарастающую остроту.

В настоящее время дефицит пресной воды ощущается в ряде экономических районов России, среди которых в первую очередь следует отметить такие как: Дальний Восток, районы Крайнего Севера, Северный Кавказ.

Однако проблема водоснабжения не сводится лишь к устранению дефицита пресной воды. Рост водопотребления приводит к увеличению объемов сточных вод, которые, попадая в природные водоемы, повышают их общее солесодержание. Ущерб, наносимый окружающей среде в результате загрязнения водоемов, оценивается миллиардами рублей в год.

В связи с этим для успешной реализации планов устойчивого экономического и социального развития страны, намеченных на ближайшие пять лет, необходимо значительно расширить доступные ресурсы воды при одновременном сокращении объемов сточных вод промышленных предприятий и коммунально-бытовых объектов.

Дефицит пресной воды во многих отраслях промышленности может быть восполнен за счет использования сточных вод, подвергнутых предварительно соответствующей обработке. При этом в качестве основных направлений их использования можно выделить следующие: приготовление питательной воды паровых и водогрейных котлов производственных и муниципальных котельных, технологические процессы химических и металлургических предприятий, приготовление теплоносителей на энергетических объектах нефтегазового комплекса.

Техническое решение поставленной задачи не имеет принципиальных препятствий, однако широкой реализации поставленной задачи препятствуют соображения экономического характера. Последнее обусловлено тем обстоятельством, что на ряде объектов теплоэнергетического комплекса отсутствует необходимая инфраструктура и компактное высокоэффективное технологическое оборудование.

Привлекательность этой идеи резко возрастает, если принять к рассмотрению вариант транспортируемой блочной установки, способной решать задачи утилизации промышленных стоков на удаленных энергообъектах.

На кафедре теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости в Северо-Кавказском федеральном университете выполнен комплекс проектно-конструкторских, технологических и лабораторно-исследовательских работ по разработке технологического модуля утилизации сточных вод нефтегазового комплекса.

В связи со сложностью поставленной нестандартной технологической задачи были запланированы и успешно реализованы моделирующие эксперименты по исследованию процессов электрофлотации. С этой целью была проведена серия опытов на лабораторной установке при различных режимных факторах электрокоррекционной обработки и составах обрабатываемых вод.

В ходе проектирования были отработаны методики оценки качества обработанной воды, ориентированные на автоматический контроль химического состава. Расчеты технологических процессов обработки выполнялись на основе общепринятых методик, действующих отраслевых нормативных документов и СНиПов.

Установка предназначена для работы на площадках различных энергетических объектов, промышленных предприятиях, буровых установках и выполнена в транспортабельном исполнении на платформе. Транспортировка на дальние расстояния осуществляется на железнодорожной платформе, а в пределах рабочей площадки возможно ее перемещение при помощи буксировки.

Установка komponуется на общей раме, размеры установки не более $3000 \times 6000 \times 3000$ мм. Установка монтируется в помещении с температурой не ниже $+5^\circ\text{C}$ и подключается к наружным инженерным сетям: трубопроводам буровых промышленных сточных вод и сброса очищенных промстоков; трубопроводам теплосети (водяной или паровой); электросети.

Трубопровод отвода отработанных газов от электрофлотатора выводится наружу, на высоту не менее 0,8 м над коньком кровли. При отсутствии требуемого помещения возможен монтаж установки в вагоне.

Установка предназначена для очистки промышленных сточных вод, с доведением ее качества до требований, предъявляемых к водам, сбрасываемым в водоемы или используемым на технологические нужды.

Отделяемые от промышленных стоков примеси получают в виде шлама с влажностью до 30 %, который может подлежать вывозу и захоронению или дальнейшей утилизации совместно с сопутствующими отходами.

При этом могут быть рассмотрены вопросы коммерческого использования образующихся отходов, что будет способствовать повышению экономической эффективности разработанной технологии.

Для решения поставленной задачи был выполнен анализ методов и технологий очистки сточных вод. Среди всего многообразия методов обработки были выделены перспективные технологии коагуляции и реагентной очистки на основе электролитических процессов. Особенность предлагаемых решений состоит в том, что необходимые для обработки стоков реагенты (щелочные и кислотные растворы) образуются в процессе электролиза исходной обрабатываемой воды. С этой целью разрабатывается конструкция специального аппарата – электролизера.

Задачи коагуляционной очистки решаются по оригинальной технологии растворения рабочих электродов. При этом в качестве электродов применяется металлический лом, который, как правило, присутствует в избытке на промышленных площадках. Эффект очистки усиливается в камерах отстаивания вертикального типа, где скоагулировавшиеся примеси сами служат фильтрующей средой.

Выполненные конструкторские и технологические расчеты главных технологических узлов (электрофлотатора, электрокоагулятора и электрокорректора), а также проведенные лабораторные исследования подтвердили принципиальную функциональную работоспособность разработанной технологии.

На начальных этапах работы были выполнены предварительные расчеты основных размеров аппаратов и выполнена эскизная компоновка всего оборудования. На основании этих разработок выполнен проектный расчет аппаратов, технологического оборудования и всей установки, а эскизные проработки положены в основу рабочего проектирования. В состав рабочего проекта не входят внешние сети и сооружения, рабочая площадка, отопление и вентиляция, на которые в проекте даны исходные данные.

Схема установки комплексной очистки сточных вод, построенная по блочному принципу, представлена на рис. 1.

Промстоки закачивают в бак-накопитель 1, из которого равномерно подают при помощи насоса 2 в электрокоагуляционный отсек (электрореактор) электрофлотатора 3. В электрокорректоре промышленные стоки проходят сверху вниз между катодом и анодом, на которые подается постоянное напряжение 36 В, и в результате электролитического растворения металла анода в обрабатываемые стоки поступают ионы коагулянта, которые образуют гидроокиси.

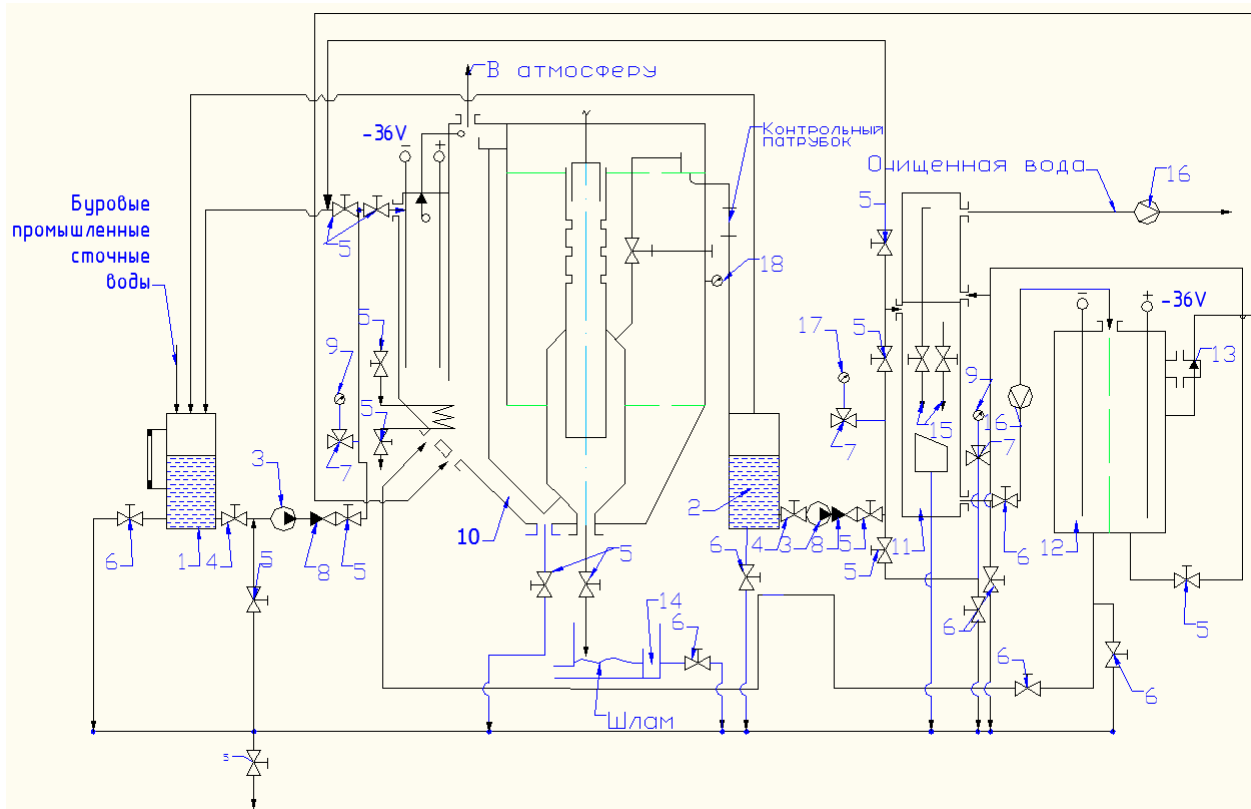


Рис. Схема установки комплексной очистки сточных вод:

1 – бак-накопитель (поз. 1), в который собирают или закачивают промышленные сточные воды, и который служит промежуточной емкостью; 2 – насосы центробежного типа (поз. 3), из которых один служит для перекачивания промстоков из бака-накопителя на дальнейшую обработку и для откачки из аппаратов в бак-накопитель при отключении установки, а другой – для подачи осветленной воды на дальнейшую обработку; 3 – электрофлотокоагулятор (поз. 10), электрокорректор (поз. 12), предназначенный для флотационного и коагуляционного осветления воды. Электрофлотокоагулятор состоит из трех частей: электро-коагулятора, флотационного отсека и камеры осаждения; 4 – бак-сборник (поз. 2), предназначенный для сбора осветленной воды из электро-флото-коагулятора; 5 – двухкамерный фильтр (поз. 11), в котором нижняя камера служит для механической очистки осветленной воды, а верхняя – для нейтрализации кислых вод; 6 – электркорректор с неактивной мембраной; 7 – шламонакопитель (поз. 14).

В качестве растворимого анода используют стальную стружку или металлолом (возможно использование алюминиевого лома), загружаемый в корзину электрокорректора. Промстоки с введенным коагулянтom поступают в флотационный отсек электрофлотокоагулятора 3, где происходит отделение неосаждаемых примесей. Вместе с пузырьками газа, который подается от электрокорректора, примеси всплывают, образуя пену, и через лоток отводятся в шламоприемник. Для лучшего удаления пены в флотационном отсеке установлен газораспределитель, выполняющий роль пеногона. В газораспределитель подаются газы из электрокорректора, отводимые через вантуз.

Для улучшения процесса коагуляции стоки подогревают до температуры 25–30 °С и подают «затравку», которая содержится в катодите электро-корректора 6. Во флотационном отсеке установлен змеевик для подогрева промстоков. В качестве теплоносителя может использоваться горячая вода или водяной пар. Подогретые промстоки поступают в осветлительную камеру, где происходит отделение образующихся хлопьев от воды. Для выравнивания потока по сечению аппарата в нем установлены дырчатые листы. Фильтрация производится во «взвешенном» слое осадка, высота которого регулируется шибером, при этом плотность слоя регулируется величиной «отсечки».

Из шламоприемника шлам удаляется путем периодической продувки в шламонакопитель 7, из которого направляется на утилизацию. В шламонакопитель 7 периодически собирается осадок из бака-накопителя 1. Осветленная вода из переливного желоба поступает в емкость 4. В случае переполнения емкости 4 вода может переливаться в бак 1. Из емкости 4 осветленную воду для окончательной очистки подают насосом на фильтр 5 в камеру механической очистки.

По мере засорения фильтра его промывают осветленной водой обратным потоком, со сбросом промывочной воды в бак 1. Очищенные от механических примесей промышленные стоки подают в электрокорректор 6, представляющий собой электродиализатор с нерастворимыми электродами и неактивной разделительной мембраной. В результате воздействия электрического тока и продуктов электрохимических реакций происходит обеззараживание сточных вод и образование двух потоков: католита и анолита (соответственно со щелочной и кислой средами). Католит, имеющий щелочную среду и содержащий взвесь CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$, направляется в электрофлоккоагуляционную установку, как указывалось ранее. Анолит, имеющий кислую среду, пропускают через камеру-нейтрализатор фильтра 5 и сбрасывают в водоемы или используют повторно в качестве технической воды.

Выполненные технико-экономические расчеты подтверждают техническую целесообразность и экономическую эффективность разработанного технологического комплекса. Предлагаемая технология утилизации сточных вод имеет также и экологическую направленность, так как помимо решения проблемы дефицита пресных вод на промышленных площадках достигается и экологический эффект по снижению уровня загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Стоянов Н. И. Технологическое совершенствование процессов обработки воды в теплоэнергетике: монография. Ставрополь: Издательство СевКавГТУ, 2008. 200 с.
2. Способы предочистки воды при использовании мембранных методов в водоподготовке на теплоэлектростанциях / Н.И. Стоянов, И.А. Гейвандов, А.И. Воронин // ВодаMagazine. М.: «Издательский дом «ЭкоМедиа». 2009. № 10(26). С. 46–49.
3. Совершенствование процессов обработки воды на теплоэлектростанции (ТЭС) / Н.И. Стоянов, А.Н. Хорошилов // Вестник СевКавГТУ. 2010. № 3(24). С. 147–153.

УДК 624.014

Гаврилова Алла Ильинична, Гутенёва Светлана Вячеславовна

КОМПОНОВКА СЕЧЕНИЯ СОСТАВНЫХ БАЛОК С УЧЁТОМ ОПТИМИЗАЦИИ СТАЛИ

В статье для составных стальных балок приведена формула, которая позволяет за один раз определить максимально возможное эффективное значение расчетного сопротивления материала балок изгибу R_y и получить оптимальное решение.

Ключевые слова: составные балки, компоновка сечения, оптимальная высота, минимальная высота, строительная высота перекрытия, расчетное сопротивление стали изгибу.

Gavrilova Alla Ilinichna, Guteneva Svetlana Vyacheslavovna

LAYOUT SECTION COMPOSITE BEAMS WITH A VIEW TO OPTIMIZING THE STEEL

In the article for the composite steel beams is given the formula, which makes it possible one time to determine a maximally possible effective value of the calculated strength of materials of beams to bending R_y and to obtain optimal solution.

Key words: composite beams, the layout of section, optimum height, minimum height, the structural depth of the overlap, the calculated resistance of steel to bending.

В соответствии с действующими строительными нормами на проектирование СП 16.13330.2011. Стальные конструкции Актуализированная редакция СНиП II-23-81* в зависимости от того, в каких условиях работает конструкция или какой нагрузке она подвержена (вибрационной, подвижной или статической) балки относят к первой или второй группам по работе материала в конструкции. В свою очередь, в пределах каждой группы конструкций в зависимости от температуры эксплуатации стали (расчётной температуры, °С) к ней предъявляются требования по ударной вязкости при различных температурах. В пределах климатических районов строительства (расчётная температура, °С) содержится перечень рекомендованных сталей: без наложения ограничений по применению, с ограничениями по применению или не разрешённых к применению для данной группы конструк-