**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье проведён анализ совершенствования очистки гальванических стоков на предприятиях Тамбовской области, с учётом роста за последние пять лет производства с использованием гальванических операций.

Гальванические стоки, являясь основным источником загрязнения сточных вод в производстве, на сегодняшний день нуждаются в решении вопроса о совершенствовании систем и методов очистки, т.к. используемые на настоящий момент методы очистки являются устаревшими и являются угрозой экологической безопасности.

По данным Федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области за период 2014 -2017 гг. в регионе был существенный рост обрабатывающей промышленности (табл. 1) [1]

Таблица 1. Индексы промышленного производства по видам экономической деятельности (в процентах к предыдущему году)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид производства | 2014г. | 2015г. | 2016г. | 2017г. |
| Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий | 89,5 | 82,3 | 179,2 | 133,4 |
| Производство машин и оборудования | 83,2 | 88,1 | 94,3 | 94,6 |
| Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования | 142,2 | 124,5 | 88,4 | 117,4 |
| Производство транспортных средств и оборудования | 96,6 | 72,4 | 103,4 | 117,4 |
| Химическое производство | 115,6 | 93,6 | 105,4 | 113,2 |

Из таблицы 1 видно, что в Тамбовской области очевиден рост производства металлических изделий, что неизбежно влечет за собой рост числа гальванических операций.

Использование гальванических операций приводит к образованию сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами. Классическая технология очистки таких сточных вод сводится к осаждению катионов тяжелых металлов (железо, хром, никель, цинк, медь и др.) известковым молоком, например, по реакции:

Fe3+ + 3OH– → Fe(OH)3↓ Cr3+ + 3OH– → Cr(OH)3↓ Ni2+ + 2OH– → Ni(OH)2↓.

Добавки флокулянта (полиакриламид) способствуют образованию рыхлых хлопьев гидроксидов, которые затем при отстаивании формируют объемистые осадки. Они, в свою очередь, подлежат утилизации. В случае очистки хромсодержащих сточных вод присутствует также стадия восстановления шестивалентного хрома в кислой среде до трехвалентного.

Рассмотрим некоторые предприятия Тамбовской области, у которых имеются очистные сооружения для очистки гальванических стоков.

 Производственные мощности завода АО «Тамбовский завод «Октябрь» включают в себя механический, слесарно-каркасный, инструментальный, гальванический цеха, цех печатных плат и др. В 2012 г. была изучена эффективность очистки стоков гальванического цеха и цеха печатных плат на ОАО ТЗ «Октябрь» от катионов тяжелых металлов, попадающих в них в результате хромирования, меднения, цинкования, никелирования, промывки или травления [2].

Для оценки эффективности работы очистных сооружений определяли содержание ионов никеля, хрома, меди, цинка, железа в сточных водах на входе и выходе из очистных сооружений. Выявлено, что концентрация ионов никеля на входе в очистные сооружения колеблется от 20 до 120 мг/л, не превышая, таким образом, ПДК = 120 мг/л. ПДК на входе в очистные сооружения определяются потому, что их превышение влечет снижение эффективности водоочистки. Далее образцы сточной воды из отстойника на выходе из очистных сооружений подвергали анализу для определения остаточной концентрации загрязнителя. Содержание ионов никеля достигало величин ПДК, что не исключает возможность попадания этого загрязнителя в окружающую среду на выходе из очистных сооружений в случае резкого увеличения количества гальванических операций на предприятии.

Ионы меди попадают в сточные воды из гальванического цеха № 46 ОАО ТЗ «Октябрь» где производят меднение. Очистка от катионов меди осуществляется посредством тех же приемов, что и от ионов никеля. Обращает на себя внимание тот факт, что, как и для катионов никеля, содержание меди после очистки нередко практически равно ПДК. Это тревожный сигнал о потенциально возможном загрязнении сбрасываемых в городскую канализацию стоков ОАО ТЗ «Октябрь», т.к. очистные сооружения работают на пределе мощности.

Цинкосодержащие стоки образуются в результате промывки деталей после цинкования комплектующих. Содержание цинка в стоках цеха № 46 на входе в очистные сооружения может существенно превышать ПДК, что осложняет процессы извлечения полютантов в периоды наибольшей загрузки мощностей предприятия заказами от потребителей. Методы очистки стоков, как и для катионов никеля и меди, основаны на образовании взвеси хлопьев гидроксида металла в присутствии флокулянта (полиакриламида) с их последующим отстаиванием. Анализ воды после очистки показывает, что очистные сооружения и в этом случае работают на пределе возможности. Все проведённые исследования говорят о недостаточной эффективности работы непосредственно очистных сооружений.

Железосодержащие стоки образуются в результате травления и обезжиривания различных комплектующих изделий. Далее раствор из ванн обезжиривания и травления смешивается с промывочной водой и поступает на очистные сооружения, проходит очистку и сливается в городской канализационный сток. Вновь в ряде случаев концентрация железа на входе в очистные сооружения несколько превышает ПДК никеля, меди и цинка. Анализ проб воды после очистки опять не исключает возможность превышения ПДК по железу, что лишний раз свидетельствует о том, что они работают на пределе своих возможностей.

Очистка хромосодержащих стоков, образующихся при промывке деталей после хромирования, является чрезвычайно актуальной, поскольку соединения хрома очень токсичны. Подходы к их извлечению на ОАО ТЗ «Октябрь» аналогичны рассмотренным ранее. Концентрация хрома на входе в очистные сооружения колеблется в пределах 5–50 мг/л, не превышая, таким образом, ПДК (50 мг/л) в 2012 г. После очистки концентрация ионов хрома в водах, сбрасываемых в городскую канализацию, колеблется в пределах 0,1–0,35 мг/л, не превышая ПДК, составляющую 0,4 мг/л, что соответствует санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к сточным водам. В настоящее время эффективность очистки сточных вод от ионов хрома на ОАО ТЗ «Октябрь» достаточна и соответствует требованиям, предъявляемым к очистным сооружениям.

Согласно официальному сайту у предприятия имеются планы на резкий рост производства к 2020 году [3], однако согласно открытой информации [4] предприятие не объявляло тендеры на закупку или установку какого-либо оборудования для очистки стоков. Самостоятельно же предприятие не выпускает такого оборудования.

Исходя из полученных данных, можно отметить, что в случае резкого наращивания производства очистные сооружения могут быть перегружены и не смогут выполнять необходимую очистку стоков.

Проанализируем ситуацию по гальваническим стокам на предприятии ОАО «Корпорация Росхимзащита». В настоящее время предприятие располагает одной производственной площадкой, на которой расположен ряд производственных участков. В том числе участки, связанные с производством средств защиты дыхания (отделение приготовления поглотителей, участок снаряжения, 2 участка производства цеолитов, 2 участка покраски, 2 гальванических участка, сварочный участок и др.). За последние 4 года предприятие увеличило свои производственные мощности более чем в 2 раза, согласно аудиторской отчётности 2014-2017 гг. [5]

Согласно информации из открытых источников [6] на предприятии были реализованы техническое перевооружение и ремонт помещений опытно-механического цеха № 19 (гальваническое отделение). Также был произведён монтаж местной вытяжной вентиляции от ванны электрополирования и ванны промывки-уловителя двухкаскадного в гальваническом отделении.

На текущий период, каких-либо нарушений в сфере экологической безопасности на данном предприятии не выявлено, что предполагает достаточную мощность систем очистки стоков на этом предприятии.

Ещё одним предприятием в качестве примера можно рассмотреть ПАО «Электроприбор». Основным источником загрязнения сточных вод является цех № 7, где имеется гальваническое производство. При проектировании предприятия для очистки сточных вод были предусмотрены и построены локальные очистные сооружения, проектной мощностью 480 м3/сут.

Комплекс оборудования и коммуникации локальных очистных сооружений предусматривают раздельное поступление и обезвреживание циансодержащих, хромосодержащих и кислотно-щелочных стоков. Сточные воды от цеха № 7 поступают по 3 независимым магистралям, для каждой предусмотрен свой метод очистки. Станция очистки состоит из двухэтажного здания с подвалом размером в плане 15×24 м. Пройдя раздельный цикл очистки, сточные воды поступают в два раздельных отстойника, откуда сбрасываются в канализационный коллектор. Осадок, полученный в результате отстаивания обезвреженных стоков, перекачивается насосами в илонакопитель. Из илонакопителя осадок насосами подается на барабанный вакуум-фильтр, где происходит его обезвоживание до остаточной влажности 80 %. Обезвоженный осадок собирается и утилизируется. [7]

На 2012 г. загруженность очистных сооружений составляла около 40 %. За период с 2015 по 2018 год нарушений в сфере очистки стоков на данном предприятии не выявлено. [8]

Примером оптимальной очистки стоков можно отметить предприятие «ТАГАТ» имени С.И. Лившица. Производство и выпускаемая продукция ориентированы на выпуск гальванотехнического оборудования, что позволило использовать собственную материально техническую базу для внедрения в эксплуатацию высокоэффективной системы очистки от ионов тяжелых металлов КОС-17М. Очистка гальваностоков в данной системе включает следующие основные стадии: 1 Электрокоагуляция (очистка стоков от ионов тяжелых металлов: получение нерастворимых гидроксидов Fe(OH)2, Zn(OH)2, Cr(OH)3 и др); 2 Отстаивание (отстаивание стоков при заданном рН в отстойниках); 3 Электрофлотация (очистка стоков от мелких фракций гидроокисей и масел в электрофлотаторе); 4 Фильтрация (дополнительная очистка воды от железа); 5 Обработка шламов.

Для более полного извлечения меди, никеля, цинка и других металлов из сточных вод применяется ионообменный метод, основанный на последовательном выделении из сточных вод катионов и анионов [9]. В катионном ионнообменнике из сточных вод удаляют все металлы: медь, цинк, хром, железо. В анионном ионнообменнике удаляют все виды кислот (серная, соляная, хромовая и др.), а также другие органические и неорганические соединения.

В соответствии с заявленными техническими характеристиками данного комплекса, содержание вредных веществ изменяется с 200 мг/дм3 до 0,1 -0,2 мг/дм3 после очистки [10]

Несмотря на то, что суммарная проектная мощность действующих очистных сооружений превышает фактическую нагрузку, степень очистки не позволяет предотвратить сброс значительной части загрязняющих веществ в водоемы. Причинами такой ситуации являются устаревшие технологии очистки сточных вод и отсутствие элементов доочистки на очистных сооружениях, неудовлетворительное техническое состояние отдельных элементов очистных сооружений. Работа очистных сооружений на предприятиях контролируется силами аккредитованных лабораторий, а также собственных аттестованных лабораторий предприятий. [11]

С учетом роста числа гальванических операций у предприятий региона могут возникнуть следующие проблемы. Наблюдаемая в ряде случаев предельно-допустимая концентрация загрязнителей на выходе из очистных сооружений, что в случае сбоя в работе или увеличения производственных мощностей может привести к попаданию вредных веществ в городскую канализацию. Использование устаревших методов водоочистки, которые необходимо заменить на более современные, позволяющие многократно использовать растворы солей тяжелых металлов. Утилизация токсичных осадков, захоронение которых чревато загрязнением почв токсичными элементами, способными изменять химические и биологические условия их существования, а также по цепям питания попадать в организм человека.

Решением этих проблем может стать использование комбинированных систем очистки стоков с применением ионообменных и мембранных технологий. Это позволило бы снизить затраты предприятий на приобретение, хранение, дозировку реагентов, а также очистку стоков.

Список используемых источников

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области [Электронный ресурс] - режим доступа: [http://tmb.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\_ts/tmb/resources/96f99600415a5116a955ada3e1dde74c/то+в+цифрах\_.pdf](http://tmb.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tmb/resources/96f99600415a5116a955ada3e1dde74c/%D1%82%D0%BE%2B%D0%B2%2B%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%85_.pdf) (дата обращения 19.02.2019)
2. Москалева, О.А. Очистка сточной воды от солей тяжелых металлов на ОАО ТЗ «Октябрь» / О.А. Москалева, Е.Д. Таныгина, П.Н. Бернацкий// Вестник ТГУ – 2014 - т.19, №2.
3. Официальный сайт АО "Тамбовский завод "Октябрь " [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://oktabr-tz.ru> (дата обращения 19.02.2019)
4. Сайт регистрации тендеров государственных предприятий [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://rostender.info/category/tendery-oao-tz-oktyabr-11903> (дата обращения 19.02.2019)
5. Официальный сайт ОАО «Корпорация Росхимзащита» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://крхз.рф/obshaya-dokumentatsiya/> (дата обращения 19.02.2019)
6. Сайт регистрации тендеров государственных предприятий [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://rostender.info/category/tendery-oao-korporaciya-roshimzashchita-9975?pg=1> (дата обращения 19.02.2019)
7. Рязанов, А.В. Экологические аспекты функционирования ОАО «Тамбовский завод «электроприбор» / А.В. Рязанов // Вестник ТГУ - 2011 - т.16, № 2.
8. Справочная система по всем российским компаниям и предпринимателям [Электронный ресурс] - режим доступа: <https://www.rusprofile.ru/inspections/4038539> (дата обращения 19.02.2019)
9. Жарова, Н.В. [Исследование влияния ионообменных смол на степень очистки гальваностоков](http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/st/2004/zarova.pdf)/ Н.В. Жарова, Н.П. Каптилова, С.И.  Пестрецов // Труды ТГТУ. Выпуск №15 / Тамбов. Издательство ТГТУ / 2004.
10. Руководство по эксплуатации 6231.00.000-01 РЭ. Комплекс очистки стоков КОС-17М. ОАО «Тамбовгальванотехника». Тамбов / 2002.
11. Доклад о состоянии окружающей среды по Тамбовской области. [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://opr.tmbreg.ru/assets/files/Documents/Departmental/2017/Doklad_2017/pdf>/ (дата обращения 19.02.2019).