

УДК 543.3

ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОАО ТЗ «ОКТЯБРЬ» Г. ТАМБОВА

© О.А. Москалева, Е.Д. Таныгина, П.Н. Бернацкий

Ключевые слова: тяжелые металлы; реагентные деструктивные методы очистки воды; флокулянты; фотоколориметрия; отстаивание сточных вод.

Изучена эффективность очистки сточных вод от катионов никеля, меди, цинка, железа и хрома посредством реагентных деструктивных методов с последующим отстаиванием. Сопоставлены анализы проб воды на входе и выходе из очистных сооружений в сравнении с ПДК. Показано, что в настоящее время эффективность водоочистки соответствует санитарно-гигиеническим нормам, а в перспективе требуется модернизация очистных сооружений.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением является загрязнение тяжелыми металлами, т. е. более чем 40 химическими элементами, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц. Тяжелые металлы обладают высокой способностью к многообразным химическим, физико-химическим и биологическим реакциям. Многие из них имеют переменную валентность и участвуют в окислительно-восстановительных процессах, способны перемещаться и перераспределяться в средах жизни, т. е. мигрировать [1].

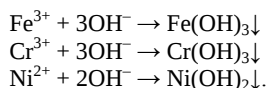
Применяемые для их извлечения методы водоочистки могут быть подразделены на регенеративные, связанные с регенерацией примесей (параллельно с очисткой воды), и деструктивные, обуславливающие только очистку воды с одновременным разрушением примесей. На ОАО ТЗ «Октябрь» применяются деструктивные реагентные методы. Они достаточно просты и дешевы, однако не решают проблему утилизации ценных компонентов [2]. Отмечено, что подобные методы часто не обеспечивают необходимого качества очистки сточных вод, предполагая направление стоков на доочистку в городской коллектор, причиняя немалый ущерб окружающей среде и подрывая бюджет предприятия [3]. В связи с этим данная работа посвящена исследованию эффективности работы сооружений, предназначенных для очистки производственных сточных вод ОАО ТЗ «Октябрь» от тяжелых металлов.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

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. Концентрацию загрязнителей определяли фотоколориметрически до и после очистки стоков.

Обезвреживание хромосодержащих сточных вод сводится к восстановлению шестивалентного хрома в кислой среде до трехвалентного.

В дальнейшем катионы тяжелых металлов (железо, хром, никель, цинк, медь...) осаждаются известковым молоком по реакциям:



Добавки флокулянта (полиакриламид) способствуют образованию рыхлых хлопьев гидроксидов, которые затем при отстаивании формируют объемистые осадки. Они, в свою очередь, подлежат утилизации.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки эффективности работы очистных сооружений определяли содержание ионов никеля, хрома, меди, цинка, железа в сточных водах на входе и выходе из очистных сооружений.

Цех № 46 ОАО ТЗ «Октябрь» занимается никелированием различных изделий, деталей и других комплектующих, поэтому из него в сточные воды попадают ионы никеля. Исследования концентрации ионов никеля в сточной воде гальванического цеха № 46 на входе в очистные сооружения проводили с апреля 2012 г. по март 2013 г. (рис. 1).

Показано, 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. Пики на графике в мае, августе 2012 г. и январе 2013 г., вероятно, связаны с ростом потока заказов на никелирование в эти промежутки времени.

Очистка воды от ионов никеля происходит за счет осаждения взвеси $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Далее образцы сточной воды из отстойника подвергали анализу для определения остаточной концентрации поллютанта (рис. 1б). Из рис. 1б следует, что содержание ионов никеля в мае-июне, ноябре-декабре 2012 г. и марте 2013 г. достигает ПДК, что не исключает саму возможность попадания этого загрязнителя в среду на выходе из очистных со-

оружий в случае резкого увеличения количества заказов на предприятии. Следует отметить отсутствие корреляции между рис. 1а и 1б. Пик на кривой 1б (май–июнь) выражен гораздо ярче, нежели таковой на рис. 1а.

Ионы меди попадают в сточные воды из гальванического цеха № 46 ОАО ТЗ «Октябрь» где производят меднение. С апреля по июнь 2012 г. измеряли содержание ионов меди в сточной воде гальванического цеха № 46 на входе и выходе из очистных сооружений (рис. 2).

На входе в очистные сооружения концентрация ионов меди в ряде случаев несколько выше ПДК (рис. 2а). 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 (рис. 2б). Это тревожный сигнал о потенциально возможном загрязнении сбрасываемых в городскую канализацию стоков ОАО ТЗ «Октябрь», т. к. очистные сооружения, по сути, работают на пределе мощности.

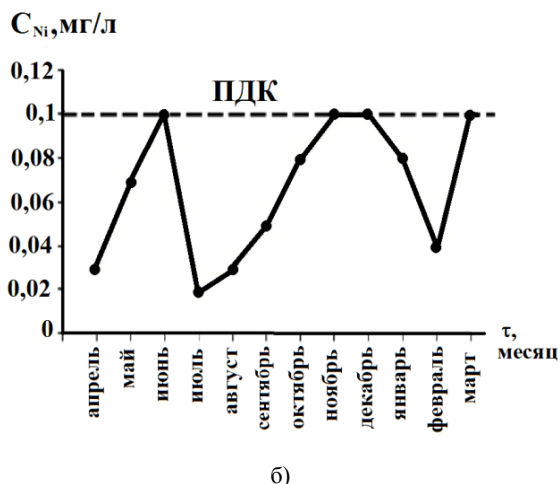
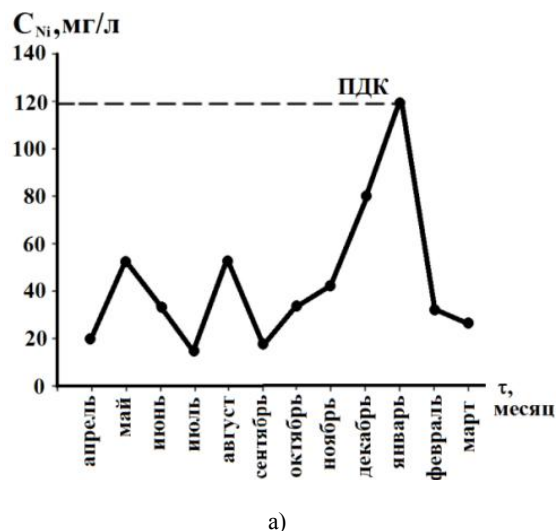


Рис. 1. Концентрация ионов никеля на входе (а) и выходе (б) из очистных сооружений сточных вод гальванического цеха за 2012–2013 гг.

С апреля по июнь 2012 г. измеряли содержание ионов цинка в стоках гальванического цеха № 46 на входе и выходе из очистных сооружений (рис. 3). Цинко-содержащие стоки образуются в результате промывки деталей после цинкования комплектующих.

Как и в присутствии катионов меди, содержание цинка в стоках цеха № 46 на входе в очистные сооружения может существенно превышать ПДК (рис. 3а), что осложняет процессы извлечения поллютантов в периоды наибольшей загрузки мощностей предприятия заказами от потребителей. Методы очистки стоков не отличаются разнообразием. И в этом случае, как и для катионов никеля и меди, извлечение цинка основано 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 (рис. 3б). При этом опять отсутствует корреляция между данными рис. 3а и 3б. Так, минимумы на рис. 3а (5 и 7 недели) и максимумы на рис. 3б (5 и 6 недели) нельзя объяснить ростом количества заказов на ОАО ТЗ «Октябрь». Это уже недостаточная эффективность 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 (рис. 4), проходит очистку и сливается в городской канализационный сток.

Вновь в ряде случаев концентрация железа на входе в очистные сооружения несколько превышает ПДК

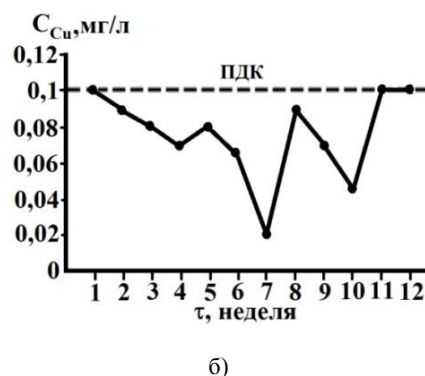
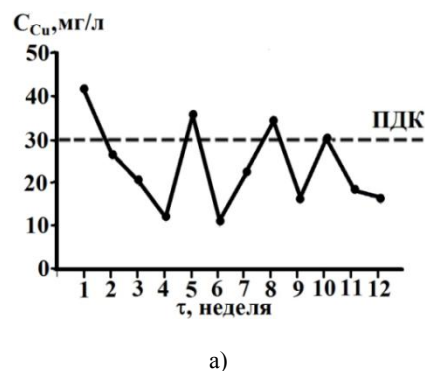
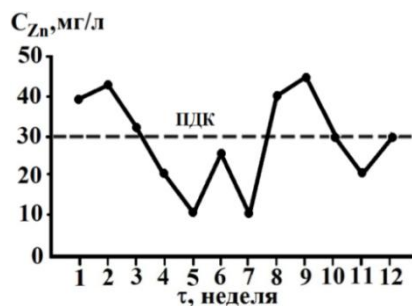
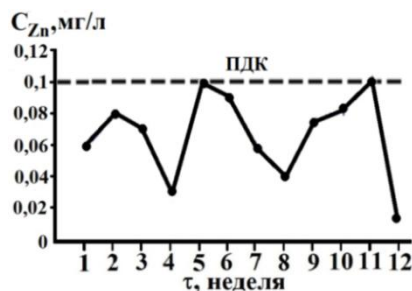


Рис. 2. Концентрация ионов меди на входе (а) и выходе (б) из очистных сооружений стоков гальванического цеха в апреле–июне 2012 г.

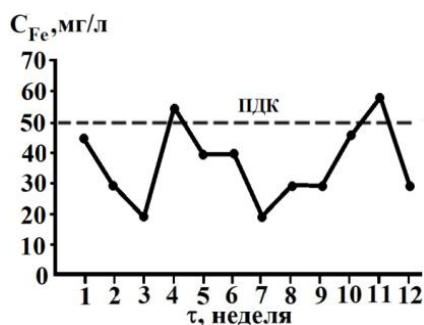


а)

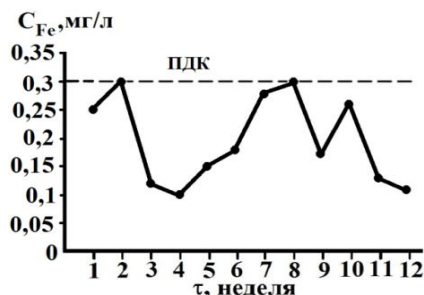


б)

Рис. 3. Концентрация ионов цинка на входе (а) и выходе (б) из очистных сооружений стоков гальванического цеха в апреле–июне 2012 г.



а)



б)

Рис. 4. Концентрация ионов железа на входе (а) и выходе (б) из очистных сооружений стоков гальванического цеха в апреле–июне 2012 г.

(рис. 4), что осложняет процессы очистки, в основе которых лежат те же самые процессы, что и в случае

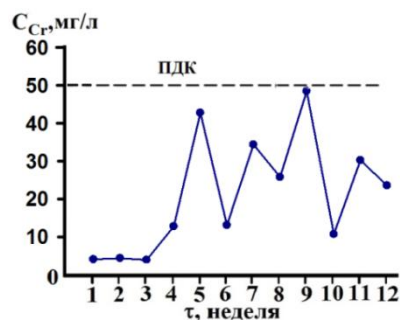
никеля, меди и цинка. Анализ проб воды после очистки (рис. 4б) опять не исключает возможность превышения ПДК по железу, отсутствие корреляции между временными зависимостями концентрации поллютанта на входе и выходе из очистных сооружений (рис. 4а и 4б), что лишний раз свидетельствует о том, что они работают 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 (рис. 5) колеблется в пределах 5–50 мг/л, не превышая, таким образом, ПДК (50 мг/л) в апреле–июне 2012 г.

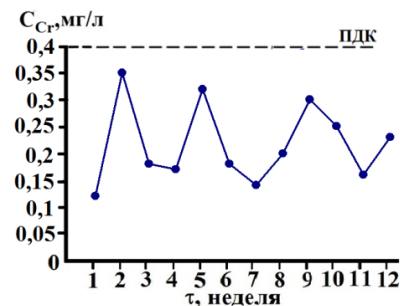
С апреля по июнь 2012 г. были сделаны измерения содержания ионов хрома на выходе из очистных сооружений после сливания очищенной сточной воды в отстойник (рис. 5б). После очистки концентрация ионов хрома в водах, сбрасываемых в городскую канализацию, колеблется в пределах 0,1–0,35 мг/л, не превышая ПДК, 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.

Таким образом, возникает ряд вопросов, требующих рассмотрения с учетом перспектив развития ОАО ТЗ «Октябрь». Первый из них – это наблюдаемая в ряде случаев предельно-допустимая концентрация загрязнителей на выходе из очистных сооружений, что в



а)



б)

Рис. 5. Концентрация ионов хрома на входе (а) и выходе (б) из очистных сооружений стоков гальванического цеха в апреле–июне 2012 г.

случае сбоя в работе или увеличения количества заказов может привести к попаданию поллютантов в городскую канализацию. Второй аспект проблемы заключается в использовании устаревших деструктивных реагентных методов водоочистки, которые можно заменить на более современные (электрохимические, баромембранные и пр.), позволяющие многократно использовать растворы солей тяжелых металлов. Это позволило бы снизить затраты предприятия на приобретение, хранение, дозировку реагентов, а также очистку стоков. Третья проблема обусловлена утилизацией 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Смирнов Д.Н., Генкин В.Е.* Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. М.: Металлургия, 1989. 251 с.

2. *Проскуряков В.А., Шмидт Л.И.* Очистка сточных вод в химической промышленности. Л.: Химия, 1977. 464 с.
3. *Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочеников Н.С.* Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с.

Поступила в редакцию 27 марта 2014 г.

Moskalyova O.A. Tanygina E.D., Bernatsky P.N. PURIFICATION OF WASTE WATER FROM SALTS OF HEAVY METALS OF JSC "TAMBOV PLANT "OCTYABR"

The efficiency of purification of wastewater from cations of nickel, copper, zinc, iron and chromium reagent by destructive methods of settling followed is studied. The analyzes of water samples upstream and downstream from sewage treatment plants, compared to MAC are compared. It is shown that the efficiency of water purification is according to sanitary and hygienic norms, and in the long term necessary the upgrading of treatment facilities.

Key words: heavy metals; reagent destructive methods of water purification; flocculants; photocolormeter; sedimentation of wastewater.

Москалева Оксана Александровна, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, магистрант по направлению подготовки «Химия» института естествознания, e-mail: tanhe@mail.ru

Moskalyova Oksana Aleksandrovna, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Candidate for Master's Degree of Direction of Preparation of "Chemistry" of Natural Science Institute, e-mail: tanhe@mail.ru

Таныгина Елена Дмитриевна, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор химических наук, доцент, профессор кафедры аналитической и неорганической химии, e-mail: tanhe@mail.ru

Tanygina Elena Dmitriyevna, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Doctor of Chemistry, Associate Professor, Professor of Analytical and Inorganic Chemistry Department, e-mail: tanhe@mail.ru

Бернацкий Павел Николаевич, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической и неорганической химии, e-mail: PASHA-BERN@yandex.ru

Bernatsky Pavel Nikolayevich, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Candidate of Chemistry, Associate Professor of Analytical and Inorganic Chemistry Department, e-mail: PASHA-BERN@yandex.ru