

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ОАО «МИНСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД»

ANALYSIS OF THE SYSTEM OF WATER CONSUMPTION AND WASTEWATER TREATMENT OF ELECTROPLATING PRODUCTION OF JSC “MINSK TRACTOR WORKS”

Ю. В. Котковец, Е. С. Лён

Y. V. Kotkovets, E. S. Len

*Учреждение образования «Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь*

yl.kot@mail.ru , missiselenas25@yandex.by

*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU
Belarusian state University, ISEU BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассматривается система водопотребления предприятия ОАО «Минский тракторный завод». Проведенный анализ данных водопотребления предприятия показал, что наибольшее количество воды питьевого качества и воды из оборотных систем водоснабжения потребляется на производственное водоснабжение, а технической – на подпитку оборотной системы. Основными загрязняющими веществами в составе сточных вод предприятия являются тяжелые металлы: никель, цинк, хром, кадмий, медь, кобальт; нефтепродукты. С целью очистки сточных вод гальванического производства от загрязнения тяжелыми металлами функционируют очистные сооружения, где применяется метод очистки ферроферригидрозоле.

The article discusses the system of water consumption of the Minsk Tractor Works enterprise. The analysis of the company's water consumption data showed that the largest amount of drinking water and water from circulating water supply systems is consumed for industrial water supply, and technical water is used to feed the circulating system. The main pollutants in the company's wastewater are heavy metals: nickel, zinc, chromium, cadmium, copper, cobalt; Petroleum products. In order to purify electroplating wastewater from contamination with heavy metals, there are treatment facilities where the ferroferrihydrosol treatment method is used.

Ключевые слова: водопотребление, сточные воды, загрязняющие вещества, метод очистки ферроферригидрозоле.

Keywords: wastewater, water consumption, pollutants, ferroferrihydrosol purification method.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-2-129-132>

Водоснабжение ОАО «Минский тракторный завод» на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды осуществляется с помощью собственного водозабора и водопровода городской централизованной системы водоснабжения.

В настоящее время водозаборные сооружения представлены 12 артезианскими скважинами глубиной от 61 до 78 м, производительностью 4,4 – 36,0 м³/час, 2 скважины законсервированы. Артезианские скважины оборудованы водомерными устройствами. Оголовки артезианских скважин загерметизированы.

На хозяйственно-питьевые нужды, включающие: душевые нужды, нужды столовых, работу прачечной и медпунктов, противопожарные нужды, мойку полов, нужды арендаторов и субарендаторов расходуется вода хозяйственно-питьевого качества.

Источником производственного водоснабжения завода является Чижовское водохранилище на реке Свислочь (водозабор МТЭЦ-3), а также очищенная вода после очистных сооружений дождевых и условно-чистых стоков завода [1].

Обеспечение производственных нужд предприятия технической водой на территории МТЗ осуществляется из 5 самостоятельных оборотных систем водоснабжения, состоящих из основной (центральной) производственно-оборотной системы и четырех местных оборотных систем водоснабжения:

- оборотная система водоснабжения 20-я насосная;
- оборотная система водоснабжения цеха точного стального литья;
- оборотные системы водоснабжения газокompрессорной станции;
- оборотная система водоснабжения гидрошламоудаления.

Оборотные системы водоснабжения состоят из общезаводского напорного производственно-оборотного водопровода, самотечно-оборотного водопровода, производственно-дождевой канализации с очистными сооружениями и дренажной канализацией.

Все из перечисленных систем технического водоснабжения представляют собой самостоятельную сеть трубопроводов, насосных станций, резервуаров и других сооружений, предназначенных для подвода технической воды к потребителям, отведения воды после использования на производствах, очистки воды на очистных сооружениях и возвращение в оборотный цикл.

Объем водопотребления предприятия составляет 9582 м³/сутки, в том числе:

– на хозяйственно-питьевые нужды – 5013 м³/сутки;

– на производственные нужды:

а) вода питьевого качества – 3184 м³/сутки;

б) вода технического качества – 1385 м³/сутки.

Для охлаждения термического оборудования, охлаждения деталей, приготовления растворов, увлажнения формовочной смеси, увлажнения полов цехов, улавливания пыли в аспирационных установках, охлаждения вентиляторов, компрессоров, трансформаторов, гальванического производства, используется вода, прошедшая систему оборотного водоснабжения.

На предприятии ОАО «МТЗ» существует единая хозяйственно-фекальная производственная канализация. Хозяйственно-фекальные и производственные сточные воды от предприятия отводятся в городскую систему канализации по шести выпускам, три из которых оборудованы счетчиками учета воды.

Производственные сточные воды, образующиеся в гальванических, эмульсионных отделениях, на мойке и обезжиривании деталей, собираются и направляются на станцию нейтрализации.

Станция нейтрализации состоит из резервуара-усреднителя, нефтеловушки и двух вертикальных отстойников. Пройдя нейтрализацию и отстаивание, сточные воды сбрасываются в общезаводскую хозяйственно-фекальную канализацию. Хозяйственно-фекальные стоки от цехов, не требующие очистки, сбрасываются непосредственно в заводскую канализационную сеть с последующим направлением их на городские очистные сооружения.

Производственно-дождевая канализация охватывает всю территорию предприятия и служит для сбора дождевых, талых, дренажных и условно-чистых производственных стоков завода.

По двум самотечным коллекторам производственно-дождевые сточные воды с территории тракторного завода и моторного завода поступают в приемный резервуар объемом 400 м³. Очистка производственно-дождевых сточных вод производится на очистных сооружениях проектной производительностью 12500 м³/сутки.

Сточные воды подвергаются механической очистке от взвешенных частиц и нефтепродуктов, а далее физико-химической очистке с использованием коагулянта сернокислого железа и извести. Далее очищенная вода подается на охлаждение в градирню. После охлаждения в градирне вода поступает в резервуар чистой воды емкостью 2000 м³, из которого подается в систему общезаводского производственно-оборотного водопровода для пополнения недостающего объема воды.

Система гидрошламоудаления функционирует в сталелитейном цехе и литейном цехе № 1. Осветленная вода, пройдя через пылеуловители, очищается и уже в виде шламовых стоков поступает в накопитель шламовых стоков емкостью 10 м³ шламовой насосной станции. С помощью песковых насосов шламовые стоки подаются в три радиальных отстойника диаметром 16 м. После осаждения шлама вода поступает в приемник осветленных стоков емкостью 36 м³, из которого насосами подается в цеха. Сырой осадок шлама подается в три двухсекционных илоуплотнителя, после чего поступает на барабанные вакуум-фильтры, где обезживается [2].

Система шламовой насосной функционирует в литейном цехе № 2. Шламовые стоки цеха поступают в водобойный колодец, из которого самотеком сливаются в радиальные отстойники. Из отстойников стоки песковыми насосами подаются в илоуплотнитель объемом 50 м³, и далее вода поступает в колодец осветленной воды объемом 8 м³, из которого уже осветленная вода подается на нужды литейного цеха № 2.

С целью исключения загрязнения тяжелыми металлами сточных вод построены и функционируют очистные сооружения гальванических производств в цехе № 93, механическом цехе № 4, механосборочном цехе № 3.

Основными загрязняющими веществами в составе сточных вод предприятия являются нефтепродукты, тяжелые металлы, такие как никель, цинк, хром, кадмий, медь, кобальт, органические вещества. Применяемые на предприятии методы очистки сточных вод, а именно, механические, химические и физико-химические позволяют добиваться показателей сбрасываемых сточных вод, соответствующих допустимым концентрациям.

Для очистки сточных вод гальванических производств применен метод их обработки электрогенерированным коагулянтom – ферроферригидрозоле, получаемым из отходов стали путем электролиза.

Объем, количественный и качественный состав сточных вод гальванического производства зависит от применяемой схемы процесса и расхода воды на промывку, следовательно, рационализация водопотребления через выбор применяемого оборудования и схем промывки определяет объем, количественный и качественный состав промывных и сточных вод, а, соответственно, и состав очистного оборудования, эффективность его работы. Гальванические производства имеют два вида сточных вод: концентрированные отработанные растворы гальванических ванн и ванн химической обработки; промывные воды ванн горячей и холодной промывки. Разнообразный ассортимент применяемых гальванических покрытий обуславливает многообразие загрязняющих веществ, находящихся в сточных водах.

С целью исключения загрязнения тяжелыми металлами сточных вод гальванического производства в МЦ-4, МСЦ-3, Ц-93 функционируют очистные сооружения.

На сегодняшний день в мировой практике существуют следующие технологии очистки: ферроферритизация, электрокоагуляция, гальванокоагуляция, электролиз, реагентный метод, ионный и мембранный обмен, осмос. Однако все технологии, кроме ферроферритизации, не решают проблемы дальнейшего использования образующихся отходов. При выборе технологии очистки сточных вод гальванического производства основными критериями являлись высокая эффективность и законченный цикл процесса очистки.

Суть метода ферроферритизации состоит в обработке стоков электрогенерированным коагулянтом – ферроферригидрозоле (ФФГ), получаемым из отходов стали путем электролиза. Получение коагулянта из отходов стали также является преимуществом данного способа очистки сточных вод.

Технологический процесс очистки сточных вод подразделяется на несколько стадий:

- приготовление коагулянта ФФГ;
- приготовление рабочих растворов;
- усреднение стоков;
- обработка сточных вод в реакторе (восстановление шестивалентного хрома, образование гидроокисей двухвалентных металлов и их сорбирование, седиментация и флокуляция);
- слив очищенной воды и отделение осадка;
- обезвоживание осадка.

Композиция ФФГ является высокоэффективным сорбентом и коагулянтом, обладающий также свойствами восстановителя и химического реагента. ФФГ очищает воду, содержащую практически любой набор тяжелых металлов даже в присутствии сильных комплексообразователей. ФФГ сохраняет рабочие свойства в течение года и более, может применяться на стандартных реагентных станциях. Композиция прошла экспертизу в ряде стран Европы и находит все более широкое применение [3].

Таблица 1

Сравнение обезвреженных сточных вод традиционным реагентным методом и при помощи ФФГ

Основные критерии оценки технологии	Традиционный реагентный метод	Метод очистки ферроферригидрозоле
Достижение ПДК	Достижение мягких норм ПДК	Достижение ПДК в соответствии с требованиями ЕС
Возврат воды в производство	Не возвращается	Возвращается в техническую или оборотную системы
Количество очищенной воды	Дополнительное засоление. Тест с дафниями дает отрицательный результат	Нет дополнительного засоления. Тест с дафниями дает положительный результат
Депонирование металлов	На полигонах опасных отходов	На полигонах безопасных отходов
Утилизация осадка	Отсутствует	В керамику, пигмент, черепицу
Использование токсичных реагентов	Используются кислота, щёлочь, бисульфит и др.	Используется незначительное количество щёлочи для доведения pH
Необходимость раздельной обработки стоков	Отдельно обрабатываются кислотнo-щелочные и хромсодержащие стоки	Всё в одном потоке
Очистка в присутствии комплексообразователей	Металлы не осаждаются из комплексов до ПДК	Тяжёлые металлы осаждаются до ПДК
Спектр загрязнений	Узкий	Широкий: тяжёлые металлы очищаются в присутствии органических веществ, красителей, детергентов и пр.
Зависимость осаждения от степени кислотности раствора (pH)	Разные металлы осаждаются в разных интервалах pH	Все металлы - в одном диапазоне pH
Необходимость отстойников	Отстаивание в течение 4- 24 ч	Отстойники не требуются, что снижает объём строительно-монтажных работ и занимаемых площадей

Преимуществами ФФГ являются:

- ФФГ успешно решает проблему очистки воды;
- по глубине очистки воды ФФГ намного превосходит традиционные реагенты, в отличие от них при обезвреживании промышленных стоков не вызывает дополнительного засоления воды, что облегчает ее возврат в производство;
- обеспечивается совместное осаждение тяжелых металлов в одном диапазоне pH, что упрощает технологическую схему и управление процессом;
- ФФГ не является химически агрессивным веществом и не представляет опасности для обслуживающего персонала очистных сооружений.

Общий объем сточных вод составляет 7973 м³/сутки, в том числе:

- хозяйственно-бытовых – 5908 м³/сутки;
- производственных – 2065 м³/сутки.

Показатели качества сточных вод на сбросе в сети коммунальной хозяйственно-фекальной канализации ОАО «Минский тракторный завод» представлены в таблице [4].

Таблица 2

Показатели качества сточных вод на сбросе в сети коммунальной хозяйственно-фекальной канализации

Наименование показателя, мг/дм ³	Выпуск №1	Выпуск №2	Выпуск №3	Выпуск №4	Выпуск №5	Нормированное значение определяемого компонента
1	2	3	4	5	6	7
рН, ед.	8,09	7,76	8,63	7,85	7,86	6–9
Взвешенные вещества	138	171	214	94	59	300
Сухой остаток	490	537	692	561	366	1000
Азот аммонийный	3,81	3,66	2,38	1,61	1,83	10
Нефтепродукты	1,00	0,73	0,80	0,67	0,49	1,2
ХПК	192	167	150	119	92	400
ПАВ	0,72	0,22	0,85	0,17	0,39	4,0
Фосфаты	1,1	1,37	0,67	1,95	<0,100	5,0
Хром (VI)	0,07	<0,02	–	–	–	0,1
Хром общий	0,22	0,14	<0,100	<0,100	<0,100	0,5
Железо	1,41	1,69	1,88	1,12	0,91	2,0
Медь	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	1,0
Цинк	0,90	0,99	0,64	0,32	0,37	2,0
Никель	<0,100	0,52	<0,100	0,21	<0,100	1,0
Кадмий	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	0,5
Кобальт	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	0,1

Превышений допустимых концентраций указанных загрязняющих веществ на сбросе в сети коммунальной хозяйственно-фекальной канализации не выявлено [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический паспорт предприятия ОАО «Минский тракторный завод». – Минск, 2019. – 65 с.
2. Требования к системам водоснабжения и водоотведения на предприятии ОАО «Минский тракторный завод»: СтП 228–2247-2015 – Общие положения. – Минск: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. – 20 с.
3. Экологически безопасное гальваническое производство / С. С. Виноградов. - Москва. 2012. - 337 с.
4. Санитарные нормы и правила «Требования к системам водоотведения населенных пунктов» от 15.05.2012 № 48.
5. Герасимчук, И. И. Анализ систем водоснабжения и водоотведения на ОАО «Минский тракторный завод» / И. И. Герасимчук, Е. С. Лёв// Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века: материалы 19-й международной научной конференции, 23–24 мая 2019 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 3 ч. / МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка – Минск, 2019. – Ч.3. – С. 21–24.

АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНЕГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА СРЕДНЕГОДОВОГО, МАКСИМАЛЬНОГО И МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕКИ ПРИПЯТЬ ANALYSIS OF THE LONG-TERM HYDROLOGICAL REGIME OF THE AVERAGE ANNUAL, MAXIMUM AND MINIMUM FLOW OF THE PRIPYAT RIVER

К. М. Мукина, А. Е. Кленовская
K. M. Mukina, A. E. Klenovskaya

Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
kem@iseu.by, klenovskaaanastasia8@gmail.com
International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus