

Научная статья
05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий (технические науки)
УДК 628.316.12
doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.018

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Лариса Федоровна Комарова¹, Владимир Александрович Сомин²,

^{1,2} Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

¹ htie@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9321-5729>

² vladimir_somin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3276-5174>

Аннотация. Рассмотрены сточные воды, образующиеся на предприятиях машиностроительного профиля. Охарактеризованы наиболее распространенные из них, образующиеся от промывки изделий и содержащие механические примеси, и масла (нефтепродукты). Приведен отечественный опыт очистки таких стоков на машиностроительных предприятиях с учетом рекомендованных наилучших доступных технологий. Выполнен анализ работы существующих очистных сооружений предприятия от нефтепродуктов, выявлены основные проблемы: повышение концентрации взвесей после флотации, залповые сбросы загрязнений из фильтров, что может быть обусловлено не выдерживанием необходимой скорости фильтрования. В качестве возможных путей совершенствования работы сооружений водоочистки предлагается заменить механические фильтры на сорбционные, используя имеющееся оборудование путем замены загрузки с керамзитовой на активированные угли или другие сорбенты. Это позволит сократить количество работающих фильтров, оставив в работе один или два последовательно работающих аппарата, один из фильтров будет находиться на регенерации и один в резерве.

Ключевые слова: нефтесодержащие стоки, механические и физико-химические методы очистки, нефтеловушки, флотаторы, фильтры.

Для цитирования: Комарова Л.Ф., Сомин В.А. Оптимизация работы очистных сооружений нефтесодержащих стоков предприятий машиностроительного профиля // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С.131–134. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.018.

Original article

OPTIMIZATION OF TREATMENT FACILITIES OIL-CONTAINING WASTES OF ENTERPRISES ENGINEERING PROFILE

Larisa F. Komarova¹, Vladimir A. Somin²

^{1,2} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

¹ htie@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9321-5729>

² vladimir_somin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3276-5174>

Abstract. Waste waters generated at mechanical engineering enterprises are considered. The most common of them, formed from washing products and containing mechanical impurities and oils (petroleum products), are characterized. Russian experience of treating such effluents at mechanical

© Сомин В.А., Комарова Л.Ф., 2021

engineering enterprises is presented, taking into account the best recommended available technologies. The analysis of the operation of the existing treatment facilities of the enterprise from oil products was carried out. The main problems were identified: an increase in the concentration of suspended solids after flotation, volley discharges of contaminants from filters, which may be due to failure to maintain the required filtration rate. As possible ways to improve the work of water treatment facilities, it is proposed to replace mechanical filters with sorption ones, using the existing equipment by replacing the load from expanded clay to activated carbons or other sorbents. It can help to reduce the number of filters in operation, leaving one or two sequentially operating devices in operation: one of the filters would be on regeneration and one - in reserve.

Keywords: *oily effluents, mechanical and physicochemical treatment methods, oil traps, flotation devices, filters.*

For citation: Komarova, L.F. & Somin, V.A. (2021). Optimization of treatment facilities oil-containing wastes of enterprises engineering profile. *Polzunovskiy vestnik*, 1,131-134. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.018

Введение

В машиностроительную отрасль промышленности входят предприятия различного профиля станкостроения, сельскохозяйственного оборудования, приборостроения, инструментальные, электроаппаратуры и др., многие из которых осуществляют свою деятельность в г. Барнауле и Алтайском крае. Технологические процессы большинства из них во многом аналогичны, т. к. основными цехами являются сборочные, механические, инструментальные, кузнечные, прессовые, литейные, защитных покрытий, окраски и др. Эти предприятия расходуют до 10 % свежей воды, потребляемой отраслями промышленности.

Количество производственных сточных вод на машиностроительных заводах определяется характером производства, его мощностью и колеблется в значительных пределах. Различают несколько категорий стоков таких предприятий: чистые от охлаждения основного технологического оборудования, загрязненные механическими примесями и маслами, химически загрязненные, отработавшие смазочно-охлаждающие жидкости, шламодержащие стоки вентиляционных систем и др.

Из загрязненных стоков наиболее распространенными являются сточные воды от промывки изделий в механосборочном, кузнечнопрессовом, сварочном и других производствах. Они составляют от 10 % до 15 % суммарного водоиспользования и содержат до 300 мг/л механических примесей, 50–400 мг/л масел (нефтепродуктов) [1].

Очистку воды от нефтепродуктов осуществляют механическими, физико-химическими, химическими и биохимическими методами: выбор подходящего производят ис-

ходя из качественных и количественных показателей состава загрязненной воды и требуемых нормативов. При этом удаление нефтепродуктов, находящихся в нерастворимом состоянии, как правило, не вызывает сложностей, в то время как извлечение растворенных фракций требует дополнительных усилий. На большинстве предприятий большую часть нефтепродуктов и масел, содержащихся в сточных водах и находящихся в грубодисперсном состоянии, отделяют в нефтеловушках, после чего стоки, как правило, подвергают флотации, фильтрованию, а для глубокой очистки – сорбции [2]. Использование сорбционных методов позволяет достичь глубокой степени очистки, где в качестве адсорбентов используются различные неорганические и органические вещества природного и искусственного происхождения.

Существующие на ряде машиностроительных предприятий сооружения водоочистки от нефтепродуктов морально и физически устарели, работают на не запроектированную производительность, что приводит к значительному снижению эффективности и исключает возможность использовать очищенную воду в водооборотном цикле предприятия.

Экспериментальная часть

На машиностроительных предприятиях для очистки замасленных стоков от испытательных корпусов, как правило, существуют очистные сооружения для улавливания тяжелых механических примесей в песколовке, удаления минеральных масел по одному из вариантов: электрокоагуляция, напорная флотация, реагентная коагуляция с дальнейшей доочисткой в отстойнике или нефтеловушке, а также механическом фильтре. Стабилизационная очистка воды заключается

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

в хлорировании, после чего ее можно вернуть в производство [3].

Согласно информационно-техническому справочнику по наилучшим доступным технологиям (НДТ), для удаления нефтепродуктов из сточных вод предпочтительными являются следующие технологии (с учётом условий применимости) [4]:

- отделение основного количества неэмульгированных нефтепродуктов (жиров) в нефтеловушках (жироловках);

- отделение основного количества эмульгированных нефтепродуктов и жиров с помощью флотации и (или) аэробной биологической очистки;

- использование деэмульгирующих химических веществ перед последующей механической и физико-химической очисткой;

- тонкая очистка от нефтепродуктов с помощью коалесцентных фильтров, адсорбционных установок, биосорберов.

Начальное содержание нефтепродуктов в стоках машиностроительного предприятия может достигать 420–450 мг/л. Такие стоки необходимо усреднять в приемном резервуаре, а затем направлять на нефтеловушку, где могут быть удалены нерастворимые нефтепродукты до концентрации 100–150 мг/л и взвешенные вещества до 50 мг/л. Горизонтальная двухсекционная нефтеловушка рассчитана на производительность до 396 м³/ч, скорость движения воды в ней должна составлять 3–10 мм/с [5]. Однако снижение расхода сточных вод и их неравномерное поступление оказывает негативное влияние на работу нефтеловушки, уменьшая фактическую скорость движения воды в сооружении на порядок. Без ущерба эффективности очистки от нефтепродуктов второе отделение может быть отключено, что приведет к уменьшению эксплуатационных затрат.

После нефтеловушки стоки поступают на флотационную установку импеллерного типа. продолжительность флотации 10 мин, для повышения эффективности очистки во флотомашину подается коагулянт – раствор сульфата алюминия дозой до 100 мг/л очищенной воды. Содержание нефтепродуктов после очистки воды флотацией снижается до концентрации менее 25 мг/л, а взвешенных веществ нередко возрастает до 50 мг/л. Последнее можно объяснить тем, что подаваемый во флотомашину коагулянт представляет собой технический продукт – глинозем с содержанием основного вещества (12–13) %. Это значительно увеличивает концентрацию в воде взвесей, которые плохо удаляются

флотацией. Логичным выглядит замена коагулянта на флокулянт или отказ от коагулянта.

Доочистка стоков осуществляется в механических фильтрах, загруженных керамзитом и мраморной крошкой. Однако существенные колебания расходов воды и недостаточная эффективность очистки флотацией приводит к ситуации, когда не выдерживаются технологические параметры фильтрования, в частности, рекомендуемая скорость процесса на зернистых фильтрах от 5 до 12 м/ч. Уменьшение скорости фильтрования приводит к забивке фильтрующей загрузки; резкое увеличение скорости, гидравлические удары, одновременно наличие в воде нефтепродуктов и взвесей может привести к вымыванию уловленных загрязнений из фильтров и их неэффективной работе.

Предлагается заменить механические фильтры на сорбционные, используя имеющееся оборудование, сменив керамзитовую загрузку на активированные угли [6] или сорбенты, полученные из отходов производства [7]. Высота загрузки активированного угля составляет 1,8 м, общее количество фильтров можно сократить, оставив в работе один или два последовательно работающих аппарата, один из фильтров будет находиться на регенерации и один в резерве.

Заключение

Проведенный анализ работы сооружений водоочистки нефтесодержащих стоков машиностроительных предприятий позволяет предложить следующие мероприятия по оптимизации их работы.

Регулировать скорость движения воды в нефтеловушке, отключая одно из двух отделений при снижении расхода сточных вод.

Отказаться от использования коагулянта сульфата алюминия (глинозема) в процессе флотации или заменить его на флокулянт.

Заменить механические фильтры на сорбционные, сменив керамзитовую загрузку на активированный уголь или сорбционные материалы, полученные из отходов производства.

Предложенные мероприятия могут варьироваться для конкретных условий работы машиностроительного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т.1. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – 884 с.

2. Кузубова Л.И., Морозов С.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод : аналитический обзор. – Новосибирск : СО РАН, ГПНТБ, НИОХ, 2010. – 72 с.

3. Комарова Л.Ф., Полетаева М.А. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности. – Барнаул : Из-во АлтГТУ, 2010. – 174 с.

4. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М. : Бюро НДТ, 2015. – 129 с.

5. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Под ред. Самохина В.Н. – М. : Стройиздат, 1981. – 639 с.

6. Комарова Л.Ф., Сомин В.А. Инженерные методы защиты гидросферы. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. – 281 с.

7. Сомин В.А., Комарова Л.Ф. Новые сорбционные материалы для очистки природных и сточных вод. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. – 212 с.

Информация об авторах

Л. Ф. Комарова – доктор технических наук, профессор кафедры «Химическая техника и инженерная экология» Института биотехнологий, пищевой и химической инженерии федерального Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

В. А. Сомин – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Химическая техника и инженерная экология» Института биотехнологий, пищевой и химической инженерии федерального Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.02.2021; одобрена после рецензирования 24.02.2021; принята к публикации 26.02.2021.

The article was received by the editorial board on 10 Feb 21; approved after reviewing on 24 Feb 21; accepted for publication on 26 Feb 21.

REFERENCES

1. Timonin, A.S. (2003). *Engineering and ecological reference book*. Т.1. Kaluga : Publishing house of N. Bochkareva. (In Russ.).

2. Kuzubova, L.I. & Morozov, S.V. (2010). *Treatment of oily wastewater : an analytical review*. Novosibirsk : SB RAS, GPNTB, NIOCh. (In Russ.).

3. Komarova, L.F. & Poletaeva, M.A. (2010). *The use of water in enterprises and wastewater treatment in various industries*. Barnaul : AltSTU. (In Russ.).

4. Wastewater treatment in the production of products (goods), the performance of work and the provision of services at large enterprises. An information technology guide to the best available technology. (2015). Moscow : Bureau NDT (In Russ.).

5. *Designer handbook. Canalization of populated areas and industrial enterprises*. (1981). Samokhina V.N. [Ed.]. Moscow : Stroyizdat. (In Russ.).

6. Komarova, L.F. & Somin, V.A. (2020). *Engineering methods of hydrosphere protection*. Barnaul : Publishing house AltSTU. (In Russ.).

7. Somin, V.A. & Komarova, L.F. (2014). *New sorption materials for natural and waste water treatment*. Barnaul : AltSTU Publishing House. (In Russ.).

Information about the authors

L. F. Komarova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Chemical Engineering and Engineering Ecology of the Institute of Biotechnology, Food and Chemical Engineering of the Polzunov Altai State Technical University.

V. A. Somin – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Chemical Engineering and Engineering Ecology of the Institute of Biotechnology, Food and Chemical Engineering of the Polzunov Altai State Technical University.