

# Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

УДК 628.17

DOI: 10.14529/build210107

## РАЦИОНАЛЬНОЕ И КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НУЖДЫ НА ОСНОВЕ УТИЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА В ОБОРОТНЫХ ЦИКЛАХ ПАО «ЧТПЗ»

**И.А. Арканова, Д.И. Солодкий**

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

Город Челябинск расположен на маловодной территории Урала, поэтому крайне остро стоит вопрос о рациональном использовании водных ресурсов градообразующих промышленных предприятий, одним из которых является один из самых крупнейших трубопрокатных заводов России – Челябинский трубопрокатный завод. В данной статье были рассмотрены действующие на предприятии методы очистки и использования кислых и промышленно-ливневых сточных вод, которые в настоящее время технически и морально устарели. Они не соответствуют действующей тенденции по охране окружающей среды и комплексного использования водных ресурсов. На предприятии уже проходит запуск очистных сооружений кислого стока, которые позволят возвращать в оборот нейтрализованные и очищенные стоки обратно в оборотные циклы предприятия. Перевод предприятия на замкнутый оборотный цикл поможет снизить количество воды, забираемой из реки Миасс на технологические нужды предприятия. Одним из источников воды на производственные и технологические нужды являются поверхностные сточные воды, которые на данный момент сбрасываются в озеро Шелюгино. В связи с этим был проведен отбор проб и лабораторные анализы, по полученным результатам которых даны рекомендации по реконструкции и модернизации существующих очистных сооружений поверхностного стока.

*Ключевые слова: рациональное использование водных ресурсов, интенсификация очистных сооружений, поверхностный сток, водоснабжение и водоотведение промышленного предприятия, качество воды.*

Челябинский трубопрокатный завод является одним из крупнейших игроков в России по выпуску трубной продукции. Доля компании на российском рынке в производстве стальных электросварных труб большого диаметра в 2019 году была 19 %, а стальных промышленных бесшовных труб – 49 % (совместно с ПНТЗ). В 2019 году производственная мощность группы «ЧТПЗ» составляла более 2 миллионов тонн трубной продукции [1].

Одно из направлений в стратегии предприятия – это уменьшение негативного влияния на водные объекты и комплексное рациональное использование воды на технологические и хозяйственно-бытовые нужды предприятия. По соглашению, заключенному в 2016 году между Группой ЧТПЗ, Министерством природных ресурсов и экологии РФ, управлением Росприроднадзора, Правительством Челябинской области, будут построены очистные сооружения сточных вод, которые минимизируют отрицательное влияние на озеро Шелюгино [2].

Одним из видов сточных вод предприятия являются кислые стоки, сброс которых после нейтрализации на данный момент происходит в озеро Шелюгино.

На предприятии используется физико-химический метод, на первом этапе которого нейтрализация стока происходит известковым молоком, после этого по шламопроводу стоки перекачиваются в шламонакопитель, расположенный в Фатеевской низине. Шламонакопитель имеет общую площадь около 25 га. На картах шламонакопителя происходит осветление нейтрализованного стока с помощью отстаивания. В результате очищенный сток сбрасывается через Фатеевский ручей в озеро Шелюгино.

По соглашению 2016 года уже достраиваются новые очистные сооружения кислого стока, на которые централизованно будут поступать и очищаться кислые стоки от травильных отделений ТПЦ-1 и ТПЦ-5, гальванического отделения ТПЦ-1, промывные воды установок обратного осмоса ТЭСЦ «Высота 239».

Новые очистные сооружения кислого стока позволяют сформировать замкнутую систему водопользования. Нейтрализованная и очищенная вода больше не будет сбрасываться в водный объект, а будет доведена до качества химически очищенной воды и будет использоваться для технологических нужд парокотельного цеха трубопрокатного завода.

В связи с этим исключается сброс неочищенных сточных вод в водный объект, а также уменьшается потребление речной воды, подающейся по водоводам из реки Миасс, что отвечает современным методам комплексного и рационального использования водных объектов.

Другим видом канализационных стоков, сбрасываемых в озеро Шелюгино, является промливневой сток со всей территории ПАО «ЧТПЗ».

В данный момент реализована система с частичным возвратом промливневого стока в оборотные циклы предприятия в такие крупные цеха, как ТЭСЦ-6, ТПЦ-1, ТПЦ-2, ТПЦ-5, где сток после очистки используется для охлаждения оборудования, проведения ультразвукового контроля и на другие технологические нужды.

Существующая очистка промливневого стока состоит из осветления в первичных горизонтальных отстойниках с последующей доочисткой в напорных фильтрах, которые заполнены пенополистирольной загрузкой. После этого часть воды возвращается в один из оборотных циклов завода, а другая часть очищенного промливневого стока сбрасывается в озеро Шелюгино.

Эффективность использования воды в производстве на ПАО «ЧТПЗ» можно оценить с помощью следующих показателей [3]:

1. Процент использования воды в обороте:

$$P_{об} = \frac{W_{обор}}{W_{обор} + W_{ист}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $W_{обор}$  – расход оборотной воды, м<sup>3</sup>/сут;  $W_{ист}$  – расход забираемой из источника свежей воды, м<sup>3</sup>/сут.

$$P_{об} = \frac{133061}{133061 + 8847} \cdot 100 = 93,77 \%$$

2. Коэффициент использования:

$$K_{и} = \frac{W_{ист} - W_{сбр}}{W_{ист}} \leq 1, \quad (2)$$

где  $W_{сбр}$  – расход, сбрасываемый в водоем, м<sup>3</sup>/сут.

$$K_{и} = \frac{8847 - 2545}{8847} = 0,71.$$

3. Коэффициент отведения воды:

$$K_0 = \frac{W_{сбр}}{W_{ист}} \cdot 100 \% \leq 100, \quad (3)$$

$$K_0 = \frac{2545}{8847} \cdot 100 \% = 28,77 \%.$$

Одним из способов технического совершенствования существующей системы водоснабжения и водоотведения ПАО «ЧТПЗ» является увеличение количества использованной воды в обороте и уменьшение коэффициента отведения воды, что возможно за счет изменения технологии очистки промливневого стока, собирающегося на территории ПАО «ЧТПЗ».

Для этого требуется реконструкция существующих очистных сооружений и при необходимости устройство дополнительной ступени очистки промливневого стока до норм, требуемых технологическими процессами [4, 5].

В период с октября 2019 года по сентябрь 2020 года были выполнены исследования, которые включали отбор проб с территории ПАО «ЧТПЗ» и развернутый анализ физико-химического состава этой воды.

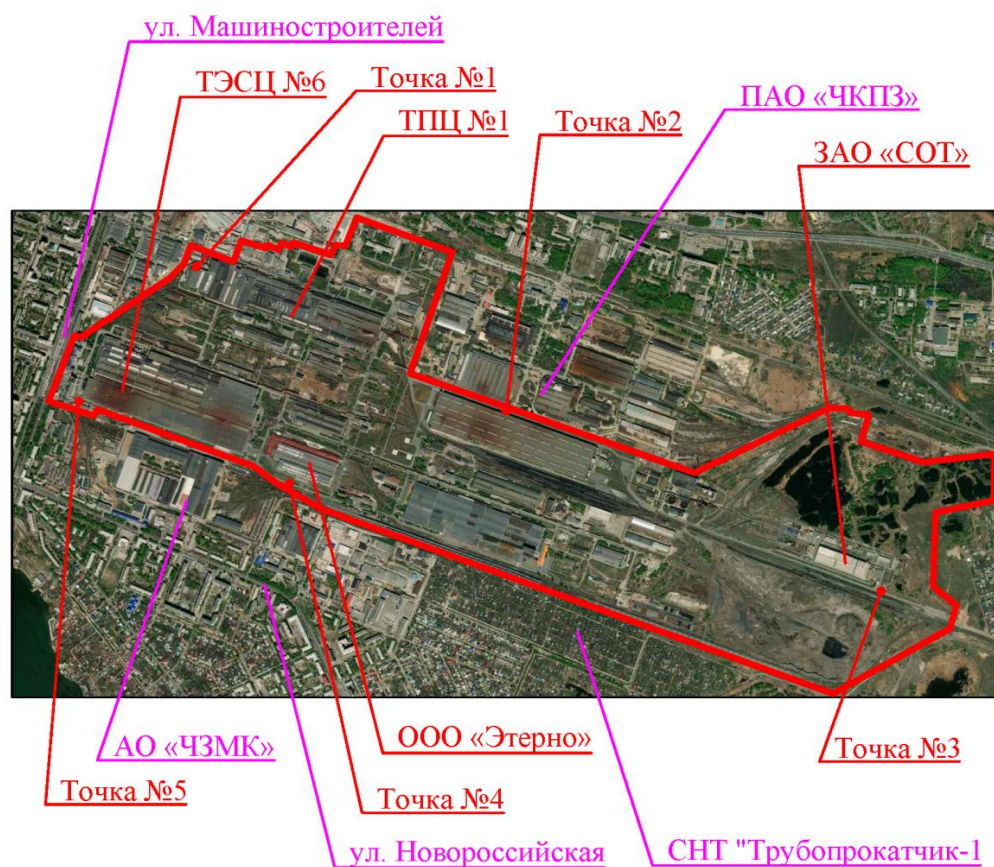
Точки отбора проб с территории ПАО «ЧТПЗ» показаны на рис. 1. После отбора проб в лаборатории кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы» был проведен анализ на качественные показатели стока, которые представлены в таблице.

По результатам исследования видно, что поверхностный сток с территории предприятия имеет неоднородность показателей в различные периоды года. Для использования данного стока в технологических и хозяйственно-бытовых нуждах предприятия требуется более глубокая очистка [6], чем сейчас организованная на предприятии. Для этого необходимо реконструировать существующие горизонтальные отстойники, установив в них тонкостенные модули, что даст повышение производительности, а также произвести добавление коагулянтов, флокулянтов, что поможет интенсифицировать процесс очистки от взвешенных веществ [7–9].

Блок-схема интенсификации очистки промливневого стока ПАО «ЧТПЗ» показана на рис. 2.

Сбор, очистка и полное, а не частичное использование поверхностного стока позволит исключить попадание промливневого стока с высокой степенью загрязнения в озеро Шелюгино. В этом случае подпитку системы водоснабжения ПАО «ЧТПЗ» можно осуществить после очистки промливневого стока.

Данные мероприятия позволят усовершенствовать систему водоснабжения и водоотведения ПАО «ЧТПЗ», снизить потребности предприятия в хозяйственно-питьевой и речной воде, а также защитить озеро Шелюгино, которое в перспективе планируется перевести в категорию водоема рыбохозяйственного назначения.



«•» Точка №1 - место отбора пробы  
 — граница территории ПАО «ЧТПЗ»

Рис. 1. Точки отбора проб поверхностного стока с территории ПАО «ЧТПЗ»

### Качественные показатели поверхностного стока в точках отбора проб с территории ПАО «ЧТПЗ»

№	Солесодержание, мг/л	pH	Жесткость, мг·экв/л	Щелочность, мг·экв/л	Взвешенные вещества, мг/л
31.10.2019					
Точка № 1	650	7,8	4,8	—	1700
Точка № 2	580	7,8	6,2	—	12240
Точка № 3	270	7,9	3,1	—	6560
Точка № 4	440	7,6	2,8	—	5480
Точка № 5	235	7,8	2,6	—	1680
20.01.2020					
Точка № 1	225	7,28	0,8	0,3	0,2
Точка № 2	2,95	7,56	1,1	0,75	19
Точка № 3	61	7,51	0,6	0,14	0
Точка № 4	89	7,63	0,7	0,5	0,2
Точка № 5	320	7,55	1,2	0,5	1,3
18.09.2020					
Точка № 1	3,1	6,5	0	0,1	0
Точка № 2	38	7,54	0,6	0,6	580
Точка № 3	23	7,37	0,4	0,4	450
Точка № 4	40	7,32	0,7	0,8	590
Точка № 5	48	7,3	0,7	0,7	980

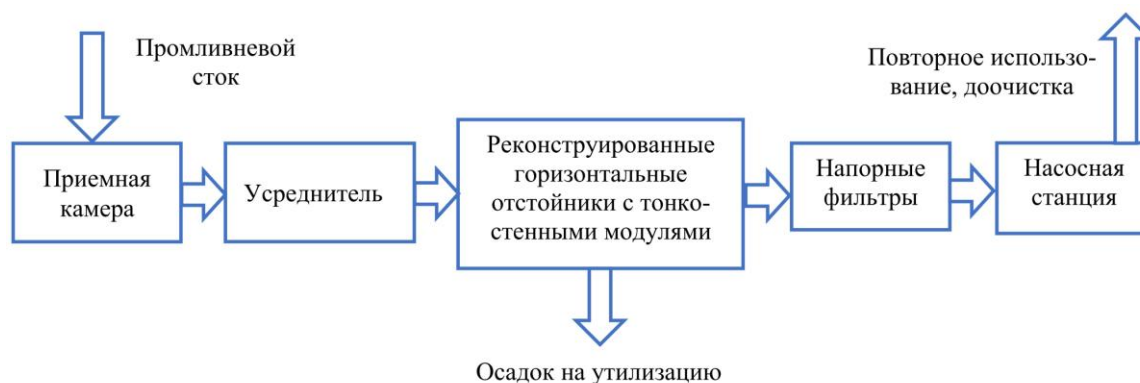


Рис. 2. Блок-схема интенсифицированного процесса очистки промливневого стока ПАО «ЧТПЗ»

### Литература

1. Публичное акционерное общество «Челябинский трубопрокатный завод». Презентация. Результаты по МСФО за 2019 год и обзор рынка. – Февраль 2020 г.
2. Сетевое издание «Ведомости» (Vedomosti) (2018). – [https://www.vedomosti.ru/press\\_releases/2018/11/15/boleee-600-mln-rublei-investiruet-gruppa-chtpz-na-realizatsiyu-ekologicheskogo-proekta](https://www.vedomosti.ru/press_releases/2018/11/15/boleee-600-mln-rublei-investiruet-gruppa-chtpz-na-realizatsiyu-ekologicheskogo-proekta). (15 ноября 2018).
3. Ульрих, Д.В. Обоснование проектных ресурсосберегающих решений в водохозяйственном комплексе промышленных предприятий: учебное пособие / Д.В. Ульрих, И.А. Арканова. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2016. – 219 с.
4. Фрог, Б.Н. Водоподготовка: учебное пособие / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 656 с.
5. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод: учеб. пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во

Ассоциации строительных вузов, 2010. – 552 с.

6. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2001.
7. Арканова, И.А. Современные технологии водоподготовки в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения / И.А. Арканова, Ф.П. Марышев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2014. – Т. 14, № 3. – С. 41–44.
8. Арканова, И.А. Модернизация химводоочистки ООО «Мечел-Энерго» / И.А. Арканова, К.Э. Энгель // Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: материалы 68-й науч. конф. / отв. за вып. С.Д. Ваулин; Юж.-Урал. гос. ун-т. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2016. – С. 21–26.
9. Чайковский, Д.Я. Целесообразность применения кварцевого песка в качестве фильтрующего зернистого материала для очистки воды от взвешенных веществ / Д.Я. Чайковский, А.А. Чайковская, И.А. Арканова // Вестник научных конференций. – № 3-7. – С. 218–219.

**Аркинова Ирина Анатольевна**, кандидат технических наук, профессор кафедры градостроительства, инженерных сетей и систем, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск); waterbas@mail.ru

**Солодкий Даниил Иванович**, студент магистратуры (гр. АСЗ-391), Архитектурно-строительный институт, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск).

Поступила в редакцию 11 декабря 2020 г.

## RATIONAL AND INTEGRATED USE OF WATER FOR TECHNOLOGICAL NEEDS BASED ON THE UTILIZATION OF SURFACE RUNOFF IN CIRCULATING WATER SUPPLY SYSTEM OF THE CHELPIPE GROUP

I.A. Arkanova, waterbas@mail.ru

D.I. Solodkiy

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The city of Chelyabinsk is located on the low-water territory of the Urals. That is why the issue of the rational use of water resources of the city-forming industrial enterprises, among which is one of the largest pipe rolling plants in Russia, the Chelyabinsk pipe rolling plant, is extremely topical. In this article, the existing methods of purification and use of acidic and industrial storm wastewater, which are currently technically and morally obsolete, have been considered. They do not correspond to the current trend in the environmental protection and integrated use of water resources. The enterprise is already launching acid runoff treatment facilities, which will help to neutralize and treat wastewater to be recycled back to the circulating cycles of the company. The transfer of the enterprise to a closed circulation cycle will help to reduce the amount of water taken from the Miass River for the technological needs of the enterprise. One of the sources of water for the production and technological needs is surface wastewater, which is currently discharged into Shelyugino Lake. In this regard, the sampling and laboratory analysis have been carried out, on the results of which, recommendations to reconstruct and modernize the existing surface runoff treatment facilities have been given.

*Keywords: rational use of water resources, intensification of treatment facilities, surface runoff, water supply and sanitation of industrial enterprises, water quality.*

### References

1. *Publichnoye aktsionernoye obshchestvo "Chelyabinskiy truboprokatnyy zavod". Prezentatsiya. Rezul'taty po MSFO za 2019 god i obzor rynka* [Public Joint Stock Company "Chelyabinsk Pipe-Rolling Plant". Presentation. 2019 IFRS Results and Market Overview] February 2020.
2. *Setevoye izdaniye "Vedomosti" (Vedomosti)* [Network Edition "Vedomosti"]. Available at: [https://www.vedomosti.ru/press\\_releases/2018/11/15/bole-600-mln-rublei-investiruet-gruppa-cthpz-na-realizatsiyu-ekologicheskogo-proekta](https://www.vedomosti.ru/press_releases/2018/11/15/bole-600-mln-rublei-investiruet-gruppa-cthpz-na-realizatsiyu-ekologicheskogo-proekta) (accessed 15.11.2018).
3. Ul'rikh D.V., Arkanova I.A. *Obosnovaniye proyektnykh resursosberegayushchikh resheniy v vodo-khozyaystvennom komplekse promyshlennykh predpriyatiy* [Justification of Project Resource-Saving Solutions in the Water Management Complex of Industrial Enterprises]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2016. 219 p.
4. Frog B.N., Levchenko A.P. *Vodopodgotovka: uchebnoye posobiye* [Water. Textbook]. Moscow, ASV Publ., 2008. 656 p.
5. Zhurba M.G., Sokolov L.I., Govorova Zh.M. *Vodonasabzheniye. Proyektirovaniye sistem i sooruzheniy: v 3 t. T. 2. Ochistka i konditsionirovaniye prirodnykh vod: ucheb. posobiye* [Water Supply. Design of Systems and Structures. Purification and Conditioning of Natural Waters]. Moscow, ASV Publ., 2010. 552 p.
6. *SanPiN 2.1.4.1074-01* [Drinking Water. Hygienic Requirements for Water Quality of Centralized Drinking Water Supply Systems. Quality Control]. Moscow, 2001. 90 p. (in Russ.)
7. Arkanova I.A., Maryshev F. P. [Modern Water Treatment Technology for Drinking Water Supply]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*, 2014, vol. 14, no. 3, pp. 41–44. (in Russ)
8. Arkanova I.A., Engel' K.E. [Modernization of Chemical Water Treatment Plant at Mechel-Energo LLC]. *Nauka YuUrGU. Sektsii tekhnicheskikh nauk: materialy 68-y nauch. konf.* [Science of SUSU. Sections of Technical Sciences: Materials of the 68th Scientific Conf.]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2016, pp. 21–26. (in Russ.)
9. Chaykovskiy D.Ya., Chaykovskaya A.A., Arkanova I.A. [Feasibility of Using Quartz Sand as a Filtering Granular Material for Water Purification from Suspended Solids]. *Vestnik nauchnykh konferentsiy. OOO Konsaltingovaya kompaniya Yukom* [Bulletin of Scientific Conferences. LLC Consulting Company Ucom], 2016, no. 3-7, pp. 218–219. (in Russ.)

Received 11 December 2020

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Арканова И.А. Рациональное и комплексное использование воды на технологические нужды на основе утилизации поверхностного стока в оборотных циклах ПАО «ЧТПЗ» / И.А. Арканова, Д.И. Солодкий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 54–58. DOI: 10.14529/build210107

### FOR CITATION

Arkanova I.A., Solodkiy D.I. Rational and Integrated Use of Water for Technological Needs Based on the Utilization of Surface Runoff in Circulating Water Supply System of the Chelpipe Group. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2021, vol. 21, no. 1, pp. 54–58. (in Russ.). DOI: 10.14529/build210107