

Инженерное оборудование зданий и сооружений

УДК 628.33

К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОМЛИВНЕВОГО СТОКА

С.Г. Ницкая, В.И. Васильев, И.В. Антоненко, Н.В. Сурова

Проведено исследование различных комбинаций сорбционных фильтрующих загрузок. Предложена технология очистки нефтесодержащих промливневых стоков для реконструируемых очистных сооружений с использованием угольного сорбента МИУ-С. Использование данных сорбентов позволяет проводить очистку сточных вод как с регенерацией сорбента, так и без нее, увеличить мощность очистных сооружений, достигая содержания загрязняющих веществ, допустимых для сброса в водоем рыбохозяйственного значения.

Ключевые слова: нефтесодержащие ливневые сточные воды, очистные сооружения, реконструкция очистных сооружений, угольный сорбент МИУ-С, регенерация сорбента.

На всех промышленных предприятиях требования, предъявляемые к работе очистных сооружений, являются достаточно жесткими. Требуется минимизация занимаемых сооружениями площадей при нормативном качестве очистки сточных вод, минимальное энергопотребление на технологические нужды, сохранение простоты технологических и конструктивных решений. При реконструкции очистных сооружений ставится условие максимального использования действующих сооружений.

Существующий блок очистных сооружений предприятия предназначен для совместной очистки маслосодержащих производственных, дренажных и поверхностных сточных вод на одном из предприятий Челябинской области.

Ливневые сточные воды собираются и отводятся на блок очистных сооружений, состоящих из четырехсекционных ливненакопителей, оборудованных скребковым механизмом для сбора нефтепродуктов и сгона осадка в приямок, резервуаров для сбора осветленной воды, безнапорных песчаных фильтров, резервуаров для сбора фильтрованной воды. Очищенная вода частично подается на

подпитку чистого оборотного цикла, остаток отводится на сброс в реку.

Очистные сооружения промливневой канализации проектировались и строились в 80-х годах XX столетия и в настоящее время не удовлетворяют современным требованиям к качеству отводимой воды для сброса в водные объекты. С целью оптимизации реконструкции существующих очистных сооружений предприятия был проведен анализ их работы за период с 2006 по 2010 г. (табл. 1, 2).

Было отмечено превышение концентраций по нефтепродуктам в очищенных сточных водах наблюдается на протяжении всего года. Эффективность очистки действующих очистных сооружений от нефтепродуктов на сегодняшний момент составляет 78,84–90,45 %, что не обеспечивает существующий норматив допустимого сброса.

При выборе варианта реконструкции действующей системы очистки использование локальных модульных установок для очистки поверхностного стока или локального сорбционного фильтра не представлялось возможным вследствие отсутствия свободных площадей на территории за-

Характеристика работы очистных сооружений в 2010 году

Таблица 1

Наименование загрязняющего вещества	Концентрации загрязняющих веществ		
	до ОС, мг/л	после ОС, мг/л	норматив допустимого сброса, мг/л
Взвешенные вещества	8,82	5,7	5,7
Сухой остаток	543,52	434,0	434,0
Хлориды	211,76	159,5	159,5
Сульфаты	55,78	52,3	52,3
Нефтепродукты	1,314	0,25	0,05
Железо общее	0,254	0,2	0,2

Таблица 2

Характеристика работы очистных сооружений за 2006–2010 годы

Период времени, годы	Среднегодовое значение, мг/л			
	Взвешенные вещества		Нефтепродукты	
	до ОС	после ОС	до ОС	после ОС
	норматив допустимого сброса – 5,7 мг/л		норматив допустимого сброса – 0,05 мг/л	
2006	6,7	5,7	0,59	0,30
2007	6,8	4,5	0,96	0,40
2008	13,7	3,3	1,78	0,17
2009	9,4	4,1	1,61	0,25
2010	7,5	4,6	1,63	0,27
Эффективность очистки, % (макс./ усредн. знач.)	–	70,07/49,66	–	90,54/78,84

водских очистных сооружений. При детализации варианта реконструкции было принято решение – сохранить существующие технологические схемы, предложив современные высокоэффективные загрузки материалы на существующие безнапорные фильтровальные установки.

Это решение учитывает существующее положение и ограниченные возможности при производстве работ по реконструкции действующей системы, а также дает возможность минимизировать капитальные затраты на расширение и реконструкцию очистных сооружений.

Как известно [1–4], для интенсификации осветления поверхностного стока и обеспечения более глубокой степени очистки, воду подвергают фильтрованию через различные загрузки из природных и синтетических материалов, обрабатывают коагулянтами и флокулянтами. Прошли длительную промышленную проверку фильтры с загрузкой из песка, керамзита, пенополиуретана, пенополистирола, сипрона, древесной стружки и др. Для доочистки сточных вод от нефтепродуктов их чаще всего подвергают сорбционной доочистке, фильтруя через различные сорбционные материалы.

Традиционные песчаные фильтры обеспечивают удаление основной массы загрязнений, но имеют ряд недостатков: низкую производительность, сложность эксплуатации, низкие скорости фильтрации (5–10 м/ч), что в 2 раза ниже, чем у современных фильтрующих сорбентов, трудоемкость частых операций по регенерации фильтрующего материала, высокие скорости промывки из-за высокого веса (50 м/ч), а также объем воды для разовой промывки в 2–3 раза выше, чем у современных фильтрующих установок. В связи с этим применение песчаных фильтров для самостоятельной доочистки поверхностного стока затруднительно из-за сложности регенерации и низкой эффективности. Аналогично песчаным загрузкам не решает проблемы и использование керамзита, вулканических шлаков, аглопорита, торфа, цеолитов и др. [4].

В последнее время проводятся обширные исследования новых фильтрующих материалов, обладающих большей грязеемкостью, невысоким темпом прироста потерь напора при загрязнении и относительной простой регенерацией. Значительное содержание нефтепродуктов в поверхностном стоке, поступающем на фильтры, обуславливает целесообразность применения фильтрующих материалов, имеющих высокие олеофильные свойства.

Современный рынок сорбционных материалов, применяемых для доочистки от нефтепродуктов, достаточно многочислен. Стоимость сорбционной доочистки определяется не только от стоимости самого материала, но и возможностью восстановления сорбционной емкости при его регенерации.

В связи с ужесточением требований к содержанию нефтепродуктов в сточных водах, отводимых в водные объекты, во ВНИИВОДГЕО проведены исследования и разработаны рекомендации по доочистке поверхностного стока фильтрованием через активированные угли. Экспериментально показана возможность достижения остаточного содержания нефтепродуктов в количестве 0,3 мг/л при фильтровании через мезопористый ископаемый уголь, на уровне 0,05 мг/л требуется дополнительное фильтрование через активный уголь [5].

Наиболее часто для очистки ливневых и промышленных сточных вод применяется сорбент МИУ-С2 на основе активированного угля. В безнапорных фильтрах для увеличения длительности фильтроцикла используется МИУ-С1, в напорных фильтрах для удаления мелкодисперсной примеси предпочтителен более мелкий МИУ-С3.

Длительное использование сорбента МИУ-С [6] обеспечивает снижение концентрации нефтепродуктов и взвешенных веществ до ПДК в течение 5–7 лет без замены загрузки; снижение концентрации железа с 1–10 мг/л до ПДК в течение 3 лет без замены загрузки.

Очистка сточных вод фильтрованием является сложным физико-химическим процессом, на который влияют большое количество разнообразных

факторов: высота фильтрующего слоя, материал загрузки фильтра, его пористость, состав сточных вод, температурный режим фильтрования и др. Учет этих факторов усложняет проведение экспериментов и является самостоятельным исследованием. Чтобы избежать искажающего влияния разнообразных факторов при проведении опытов, было решено ограничиться получением качественных характеристик процесса очистки нефтесодержащих вод. Их можно получить в сравнительных опытах работы фильтров с различными фильтрующими материалами на воде одного состава.

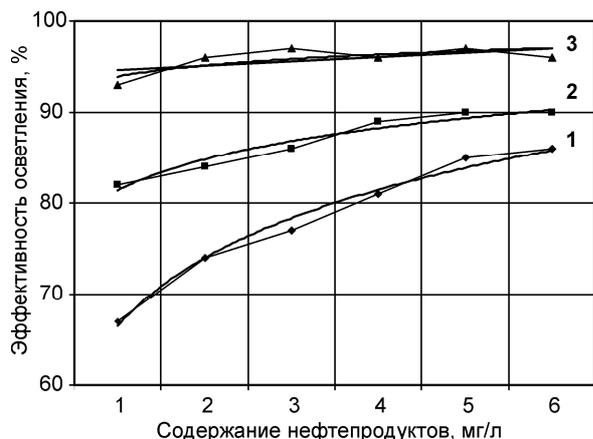
Такая работа была проведена в лабораторных условиях с искусственно приготовленными сточными водами. Опытная лабораторная установка состояла из стеклянных колонок диаметром 26,1–26,2 мм высотой 850 мм, бака емкостью 20 л для исследуемых сточных вод. Перемешивание воды в баке осуществлялось с помощью воздуха, подаваемого из компрессора. Скорость фильтрования регулировалась с помощью винтовых зажимов, расход воды определялся с помощью мерного сосуда, который заполнялся осветленной водой за время, отмеряемого с помощью секундомера.

Высота фильтрующего материала для всех колонок составляла 720–730 мм, скоростью фильтрования 10 м/ч (~2,8 мм/мин).

В соответствии с техническими условиями выпускаются 3 модификации с гранулометрическим составом: МИУ-С1 2–5 мм; МИУ-С2 0,7–3 мм; МИУ-С3 0,7–2 мм.

При проведении экспериментов также уточнялись различные комбинации сорбционных загрузок и фракционный состав сорбентов.

На рисунке представлены сравнительные результаты эффективности осветления нефтесодержащих сточных вод для различной загрузки.



Зависимость эффекта осветления нефтесодержащих сточных вод от концентрации нефтепродуктов в исходных стоках и материалах фильтрующей загрузки: 1 – кварцевый песок; 2 – МИУ-С1; 3 – МИУ-С1 + МИУ-С2

В процессе проведения эксперимента была проанализирована возможность использования двухслойной загрузки – в качестве поддерживающего слоя использовать модификации с большей величиной зерен (2–5 мм), верхний слой – с гранулометрическим составом зерен порядка 0,5–3 мм. Использование при двухслойной загрузке в качестве фильтрующего материала сорбента с различным гранулометрическим составом позволяет увеличить емкость сорбционной загрузки за счет развитой удельной поверхности более дисперсной фракции. Кроме того, в этом случае увеличивается длительность эксплуатации фильтра без замены фильтрующей загрузки.

Проведенный сравнительный анализ загрузки различных фильтровальных материалов показал, что наиболее эффективной загрузкой является комбинированная модификация, состоящая из МИУ-С1 и МИУ-С2.

С учетом проведенного эксперимента и представленных технических характеристик угольного сорбента МИУ-С, предложено заменить существующую песчано-гравийную загрузку фильтров: нижний слой (200 мм) составляет модификация МИУ-С1 (2–5 мм), остальной слой (1000 мм) – МИУ-С2 (0,7–3,0 мм).

Для решения задачи целесообразно многоступенчатое последовательное фильтрование сточных вод через 2 последовательно соединенных фильтра.

Поскольку концентрация взвешенных веществ в воде мала, кратковременную промывку сорбента следует проводить не чаще чем 1 раз в 3 месяца. Если в процессе эксплуатации не предусмотрена регенерация сорбента, то его замена потребуется каждые 2–3 года. Если делать регенерацию каждые 6 месяцев, то продолжительность работы сорбента увеличится до 6–7 лет.

Для усреднения стоков необходимо строительство резервуаров-усреднителей на площадке очистных сооружений. Предложенная технологическая схема позволяет увеличить мощность очистных сооружений до 350 м³/сут, с доведением конечных значений по взвешенным веществам, нефтепродуктам и другим загрязняющим веществам до значений, допустимых для сброса в водоем рыбохозяйственного значения.

Литература

1. Березюк, В.Г. Защита водоемов от загрязнения малыми объектами / В.Г. Березюк, О.Б. Дубровина. – Екатеринбург: Изд-во «Виктор», 1994.
2. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: АСВ, 2002. – 704 с.
3. Временные рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территории промышленных предприятий

и расчету условий выпуска его в водные объекты. – М., 1983.

4. Отведение и очистка поверхностных сточных вод / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев, М.И. Алексеев. – Л.: Стройиздат, 1990.

5. Аксенов, В.И. Водное хозяйство промышлен-

ных предприятий / В.И. Аксенов, М.Г. Ладыгичев, И.И. Ничкова и др. – Теплотехник, 2005. – Кн. 1, 2.

6. Разумовский, Э.С. Очистные сооружения «Биодиск» для малых населенных мест / Э.С. Разумовский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 4.

Ницкая Светлана Георгиевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Водоснабжение и водоотведение», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), nitskaya_s@mail.ru.

Васильев Виктор Иванович, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Водоснабжение и водоотведение», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск).

Антоненко Ирина Владимировна, кандидат химических наук, доцент, кафедра «Водоснабжение и водоотведение», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), wik22@inbox.ru.

Наталья Владимировна Сурова, инженер-эколог, ООО «Эконт» (Челябинск).

Поступила в редакцию 10 сентября 2013 г.

Bulletin of the South Ural State University
Series "Construction Engineering and Architecture"
2014, vol. 14, no. 1, pp. 50–53

ON RECONSTRUCTION OF TREATMENT FACILITIES FOR WASTEWATER PURIFICATION

S.G. Nitskaya, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, nitskaya_s@mail.ru.

V.I. Vasiliev, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation.

I.V. Antonenko, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, wik22@inbox.ru.

N.V. Surova, Ekont LLC, Chelyabinsk.

An investigation of different combinations of sorption filter loading is carried out. A technology of oil-containing wastewater treatment for reconstruction of treatment facilities using coal sorbent MIU-S is proposed. The use of these sorbents makes it possible to purify wastewater both with sorbent regeneration and without it. Moreover, the power of treatment facilities can be increased to get the pollution content permissible for discharge in a basin of commercial fishing importance.

Keywords: oil-containing storm wastewater, treatment facilities, reconstruction of treatment facilities, coal sorbent MIU-S, sorbent regeneration.

References

1. Berezyuk V.G., Dubrovina O.B. *Zashchita vodoyemov ot zagryazneniya malymi ob'yektami* [Protection of water bodies from pollution by small objects]. Ekatyerinburg, Viktor Publ., 1994.

2. Yakovlev S.V., Voronov Yu.V. *Vodootvyedeniye i ochistka stochnykh vod* [Disposal and purification of waste waters]. Moscow, ASV Publ., 2002. 704 p.

3. *Vremennyye rekomendatsii po proyektirovaniyu sooruzhений dlya ochistki poverkhnostnogo stoka s tyerritoriy promyshlyennykh predpriyatiy i raschyetu usloviy vypuska v vodnyye ob'yekty* [Temporary recommendations for development of constructions for purification of surface flow from the industry enterprise territory and calculation of its discharge into water bodies]. Moscow, 1983.

4. Dikaryevskiy V.S., Kurganov A.M., Nychayev A.P., Alyeksyeyev M.I. *Otvedyeniye i ochistka poverkhnostnykh stochnykh vod* [Disposal and purification of waste waters]. Leningrad, Stroy Publ., 1990.

5. Aksyenov V.I., Ladygichyev M.G., Nychkova I.I., Nikulin V.A., Klyayn S.E. *Vodnoye khozyastvo promyshlyennykh predpriyatiy*. Kniga 1, 2. [Water economy of industrial enterprises]. Moscow, Tyeplovyekhnik Publ., 2005.

6. Razumovskiy E.S. *Ochistnyye sooruzheniya «Biodisk» dlya malykh nasyelyenykh myest* [Treatment facilities "Biodisc" for small communities]. Vodospabzhyeniye i sanitarnaya tekhnika, 2005, no. 4.

Received 10 September 2013