

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628

DOI: 1017673/Vestnik.2017.01.9

А.К. СТРЕЛКОВ
С.Ю. ТЕПЛЫХ
П.А. ГОРШКАЛЁВ
А.М. САРГСЯН

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

DESIGN OF WASTE WATER TREATMENT UNIT

Во время снеготаяния и выпадения дождей образуются поверхностные сточные воды, которые, смывая пыль, различный мусор, нефтепродукты и другие загрязнения, попадают в ближайший водоём, что в конечном итоге приводит к загрязнению окружающей среды и поверхностных водных объектов. Создана компактная установка механической и физико-химической очистки поверхностного стока для устройства на предприятиях железнодорожного и автомобильного транспорта. Также ее можно устанавливать на повышенном пути сортировочных железнодорожных станций. Установка состоит из песколовки, отстойника, флотатора, зернистого и сорбционного фильтров. Установка прошла испытания в лабораторных и полупромышленных условиях. Проведена апробация на модельных растворах и реальной сточной воде.

Ключевые слова: поверхностный сток, сточные воды, компактная установка, железнодорожный транспорт

Загрязнение территории отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды [1–11]. На некоторых предприятиях и железнодорожных путях грунты пропитаны нефтепродуктами на значительную глубину, что создаёт угрозу как поверхностным водоемам, так и подземным водам. Непосредственный отбор проб сточной воды с железной дороги позволяет точнее определить концентрации загрязнений, находящихся в сточной воде [12–21]. Недостатками данного метода являются его трудоемкость и, в настоящее время, нерациональность, кроме того, он требует больших затрат времени, связанных с необходимостью ожидания очередного дождя [1, 2]. Для упрощения проведения исследований было предложено провести экспериментальные исследования на модельном растворе, содержащем в своем составе такие ингредиенты, как нефтепродукты и железо (общее). Установка для очистки сточных

Surface run-offs due to snow melting and rainfall gather dust, rubbish, oil-products and other pollutants and flow into nearest water basin that results in pollution of environment and surface water bodies. The article describes a package unit of waste water physical and chemical treatment for enterprises of railway and automobile transport. It also can be used for elevated track of railway sorting yard. The unit consists of degritter, holding tank, floater, granular and sorption filters. The unit was tested in laboratory and pilot conditions. It was put in a evaluation test with standardized test solution and real waste water.

Keywords: surface run-off, waste water, package unit, railway transport

вод проектировалась на основании существующих способов очистки поверхностных сточных вод [3–10].

Разработка, проектирование и конструирование установки для очистки сточных вод

На кафедре водоснабжения и водоотведения АСИ СамГТУ была разработана и спроектирована установка для очистки сточных вод, которая обеспечивает повышенное качество, скорость и эффективность очистки сточных вод, а также сокращает занимаемые площади при ее эксплуатации. Изготовление установки производилось на базе инженерно-производственного предприятия ООО «Эколайн» (г. Тольятти).

Установка для очистки сточных вод (рис. 1) состоит из двух блоков, расположенных друг над другом: блока первичной очистки, содержащего флота-

тор с приспособлениями для подвода сточной воды, ввода воздуха и удаления пены, оборудованного песколовкой, нефтеловушкой-отстойником и осадко-накопительным лотком, и фильтровального блока, содержащего фильтровальную камеру с зернистой загрузкой. Фильтровальный блок снабжен фильтром с сорбционной загрузкой и разделен на две части: в одной из них расположен фильтр с зернистой загрузкой, с движением воды сверху вниз, а в другой – фильтр с сорбционной загрузкой, с движением воды снизу вверх.



Рис. 1. Установка для очистки сточных вод

Фильтровальный блок имеет в своей конструкции две перегородки между зернистым и сорбционным фильтрами, образующими карман для перетекания очищаемой воды от зернистого фильтра к сорбционному через переливное отверстие. В нижней части конусного дна, с направлением конуса вверх, фильтровального блока расположены два патрубка для отвода осадков с фильтров: зернистого и сорбционного, в его верхней части над сорбционным фильтром расположен патрубок отвода очищенной воды, а над зернистым – патрубок отвода промывной воды. Блок первичной очистки оборудован трубопроводом для отвода осадка, который присоединен к конусному дну флотатора, с направлением конуса вниз, имеющего цилиндрические перегородки, делящие его на зоны флотации и отстаивания. Зона отстаивания снабжена камерой для отстаивания сфлотированной воды, а приспособление для ввода воздуха выполнено в виде диска и подключено к компрессору. Песколовка сочетает в своей конструкции элементы тангенциальной и вертикальной песколо-

вок. Дно нефтеловушки-отстойника имеет уклон от центра к периферии. В качестве загрузки зернистого фильтра использован дробленый керамзит, а в качестве загрузки сорбционного фильтра – активированный уголь.

На рис. 2 представлен блок первичной очистки сточных вод, фильтровальный блок установки. Общий вид (вид сверху) установки в разрезе показан на рис. 3.

Установка для очистки сточных вод работает следующим образом. Очищаемая вода по трубопроводу подачи сточной воды 27 самотеком поступает на блок первичной очистки, где последовательно проходит очистку на песколовке 2, нефтеловушке-отстойнике 3 и по переливному трубопроводу 8 из нефтеловушки-отстойника подается во флотационную камеру 9, в которую вместе с водой через дисковый аэратор 25 от компрессора 26 подается воздух. Грубо- и мелкодисперсные вещества, растворенные в воде, захватываются пузырьками воздуха и выносятся к поверхности очищаемой воды, где образуется пена, которая собирается в лотке для сбора пены 18 и отводится через патрубки отвода осадка нефтеловушки-отстойника 13. Сфлотированная вода из флотационной камеры 9 перетекает в отстойную зону 11, оборудованную цилиндрической перегородкой 12. В отстойной зоне 11 происходит полное выделение диспергированных в воде пузырьков воздуха после флотации, затем вода перетекает в зону осветленной воды 10. Через трубопровод отвода плавающего осадка 14 осуществляется удаление осадка, выпадающего на дно флотатора-отстойника 4. Осветленная вода через трубопровод подачи воды 15 отводится из блока первичной очистки и подается в нижний – фильтровальный блок. Очищаемая вода подается на зернистый фильтр 5. Вода, двигаясь сверху вниз, проходит через зернистый фильтр 5, делает поворот на 180 град. и по карману 24, образованному перегородкой, разделяющей фильтры 16, и перегородкой для перетока жидкости 20, поднимается до переливного отверстия 21 и опускается ко дну конструкции, после чего снова меняет направление и проходит доочистку на сорбционном фильтре 6 при восходящем токе воды. Очищенная вода отводится через патрубок отвода очищенной воды 7. Промывка фильтровального блока, поочередно зернистого и сорбционного, осуществляется обратным током воды. При промывке зернистого фильтра фильтровального блока чистая промывная вода подается через патрубок отвода осадка зернистого фильтра 22, а грязная – отводится через патрубок отвода промывной воды зернистого фильтра 29. При промывке сорбционного фильтра фильтровального блока чистая промывная вода подается через патрубок отвода очищенной воды, а грязная – отводится через патрубок отвода осадка

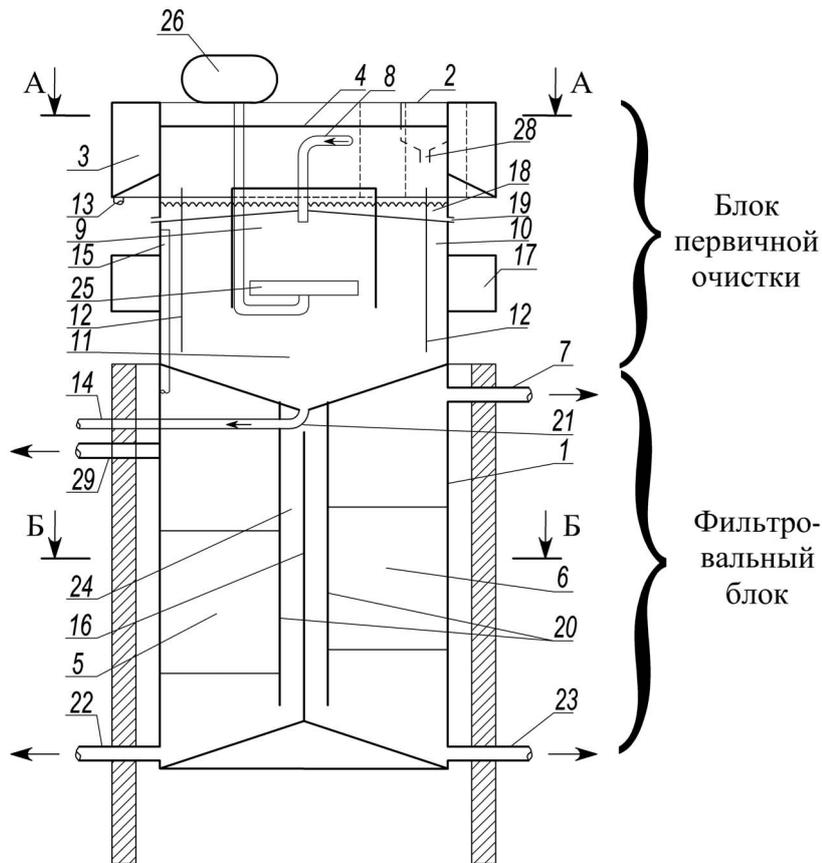


Рис 2. Установка для очистки сточных вод:

- 1 – корпус устройства; 2 – песколовка; 3 – нефтеловушка-отстойник; 4 – флотатор-отстойник;
- 5 – зернистый фильтр; 6 – сорбционный фильтр; 7 – патрубок отвода очищенной воды; 8 – переливной трубопровод;
- 9 – флотационная камера; 10 – зона осветленной воды; 11 – отстойная зона; 12 – цилиндрическая перегородка;
- 13 – патрубок отвода осадка нефтеловушки-отстойника; 14 – трубопровод отвода плавающего осадка;
- 15 – трубопровод подачи воды на фильтровальный блок; 16 – перегородка, разделяющая фильтры;
- 17 – осадконакопительный лоток; 18 – лоток для сбора пены; 19 – патрубок сброса пены;
- 20 – перегородки для перетока жидкости; 21 – переливное отверстие; 22 – патрубок отвода осадка зернистого фильтра;
- 23 – патрубок отвода осадка сорбционного фильтра; 24 – карман; 25 – дисковый аэратор; 26 – компрессор;
- 27 – подающий трубопровод (исходная вода); 28 – патрубок отвода осадка песколовки;
- 29 – патрубок отвода промывной воды зернистого фильтра

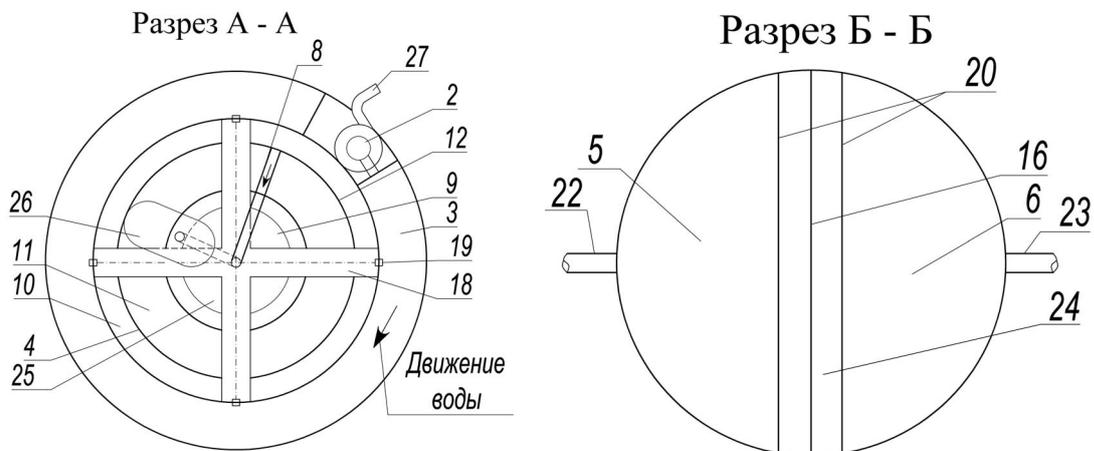


Рис 3. Установка для очистки сточных вод в разрезе (вид сверху)

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований на установке по нефтепродуктам

№ п/п	Результат на КФК	Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде, мг/л	Расход сточных вод, л/ч	Интервал отобранной пробы, мин
1	0,740	1,746	100	30
2	0,106	0,250	100	30
3	0,100	0,236	100	30
4	0,085	0,200	100	30
5	0,049	0,120	100	30
6	0,046	0,110	100	30
7	0,041	0,097	100	30
8	0,041	0,097	100	30
9	0,039	0,092	100	30
10	0,039	0,092	100	30



Рис. 4. График работы установки для очистки сточных вод по нефтепродуктам

Таблица 2

Результаты экспериментальных исследований на установке по железу (общему)

№ п/п	Результат на КФК	Концентрация железа (общего) в очищенной воде, мг/л	Расход сточных вод, л/ч	Интервал отобранной пробы, мин
1	0,105	0,466	100	30
2	0,087	0,386	100	30
3	0,078	0,346	100	30
4	0,061	0,271	100	30
5	0,056	0,249	100	30
6	0,051	0,226	100	30
7	0,044	0,195	100	30
8	0,042	0,186	100	30
9	0,041	0,182	100	30
10	0,041	0,182	100	30

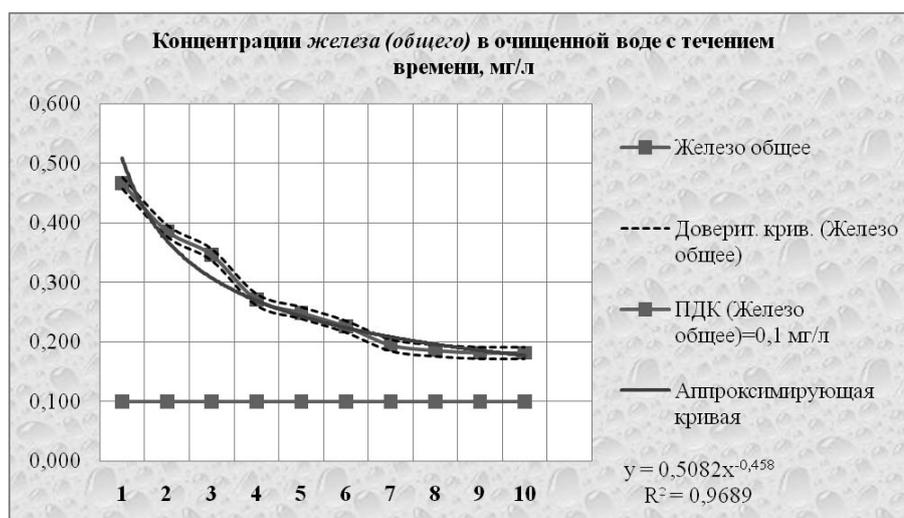


Рис. 5. График работы установки для очистки сточных вод по железу (общему)

сорбционного фильтра 23. После исчерпания сорбционной емкости загрузки производится ее замена.

Экспериментальные исследования по очистке сточных вод на установке

Для определения уровня очистки сточных вод было решено провести исследования по очистке сточных вод на модельном растворе в соответствии с [11]. Полученный модельный раствор имел следующие концентрации:

- по нефтепродуктам – 10 мг/л (в растворенном виде) и 1000 мг/л (плавающие на поверхности воды нефтепродукты) (табл. 1);

- по железу (общему) – 0,75 мг/л (табл. 2).

Выводы. Изготовленная компактная, комбинированная установка для очистки сточных вод позволила исследовать модельный раствор, приготовленный с учетом максимально возможной эмульгированной составляющей в поверхностных сточных водах загрязняющих веществ в виде нефтепродуктов и железа (общего). Результаты исследований показали эффективность очистки модельного раствора по нефтепродуктам в 100 раз, по железу (общему) – в 4 раза. Получен патент на полезную модель № 155231 от 02 сентября 2015.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Методика определения категории загрязненности железнодорожных путей // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 66-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2009. С. 109–111.

2. Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Исследование загрязнений поверхностных сточных вод с железнодорожного пути на экспериментальной установке // Новые ис-

следования в материаловедении и экологии: сборник научных трудов. Вып. 12 / ПГУПС. СПб., 2012. С. 56–58.

3. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Л.: Стройиздат; Ленингр. отд-ние, 1990. 224 с.

4. Иванов В.Г., Амеличкин С.Г., Медведев А.Н. Радиональная технология доочистки промышленно-дождевых сточных вод предприятий ж.-д. транспорта // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте: материалы III Международной научно-практической конференции «ТЭБ-Транс». СПб.: ПГУПС, 2012. С. 80–84.

5. Ивкин П.И., Менишутин Ю.А., Соколова Е.В., Фомичева Е.В., Кедров Ю.В. Эффективность очистных сооружений ливневого стока проточного типа // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 1. С. 52–58.

6. Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Шешунова Н.К. Исследование эффективности реагентной очистки ливневых сточных вод с железнодорожных путей от нефтепродуктов и взвешенных веществ // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 66-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2009. С. 111–112.

7. Теплых С.Ю., Илюшин А.В. Очистка производственных и поверхностных стоков путем пенной сепарации // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса: материалы IV Международной научно-практической конференции / СамГУПС. Самара, 2008. С. 209–211.

8. Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Физико-химические методы очистки ливневых сточных вод с железной дороги // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 65-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2008. С. 393–394.

9. Шувалов М.В., Стрелков А.К., Тараканов Д.И., Шувалов И.С. К вопросу о расчете производительности очистных сооружений поверхностных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. №8. С. 51–54.

10. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: АСВ, 2002. 704 с.

11. Баланда В.Ю. Оптимизация локальной очистки поверхностного стока предприятий железнодорожного транспорта: автореферат дис. ... канд. техн. наук / СПбГАСУ. СПб., 2004. 22 с.

12. *Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Stepanov S.V., Sargsyan A.M.* Monitoring pollution level in railroad right-of-way // *Procedia Environmental Sciences* 32 (2016), pp.147-154.

13. *Angelovicova L., Bobulska L., Fazekasova D.* Toxicity of Heavy metals to Soil Biological and Chemical Properties in Conditions of Environmentally Polluted Area Middle Spis (Slovakia), *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, February 2015, Vol. 10, № 1, pp. 193-201.

14. *Chervoase L., Ioja C., Carstea E., Savastru D.* Human Daily Activities Reflected by the Ecological State of Natural Water Resources, *Environmental Engineering and Management Journal*, March 2012, Vol. 11, № 3, pp. 567-571.

15. *Strelkov A., Teplykh S., Bukhman N.* Liquid filtration properties in gravel foundation of railroad tracks // *Journal of physics: Conference series*. 2016. Т. 738, № 1, pp. 121-124.

16. *Teplykh S.Y., Strelkov A.K.* Characteristics of railroad natural-technogenic complexes // *Procedia Engineering*, 2015, 111, pp. 742-747

17. *Strelkov A., Teplykh S., Bukhman N.* Surface runoff in railroad track ballast section filtration analysis

and characteristics // *Procedia Engineering*. 2016. Т. 153, pp. 692-697.

18. Пат. 2534807 Российская Федерация. Способ отбора проб для исследования загрязненного участка железнодорожного пути / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев, А.М. Саргсян; заявитель и патентообладатель Самарск. госуд. архит.-строит. ун-т. – № 2013128104; зарегистр. 07.10.2013 г.

19. Пат. 155231 Российская Федерация. Установка для очистки сточных вод / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев, А.М. Саргсян, Е.Г. Носова; заявитель и патентообладатель Самарск. госуд. архит.-строит. ун-т. – № 2014146814; зарегистр. 27.09.2015 г.

20. Пат. 2574053 Российская Федерация. Установка для очистки сточных вод / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев, А.М. Саргсян, Е.Г. Носова; заявитель и патентообладатель Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – № 2014145518; зарегистр. 27.01.2016 г.

21. Пат. 2581870 Российская Федерация. Способ очистки сточных вод / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев, А.М. Саргсян, Е.Г. Носова; заявитель и патентообладатель Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – № 2014145499; зарегистр. 20.04.2016 г.

Об авторах:

СТРЕЛКОВ Александр Кузьмич

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Архитектурно-строительный институт 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)333-56-76 E-mail: A19400209@yandex.ru

ТЕПЛЫХ Светлана Юрьевна

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Архитектурно-строительный институт 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)242-44-26 E-mail: kafvv@mail.ru

ГОРШКАЛЁВ Павел Александрович

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Архитектурно-строительный институт 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)242-44-26 E-mail: kafvv@mail.ru

САРГСЯН Ашот Мкртичевич

кандидат технических наук, ассистент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Архитектурно-строительный институт 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)339-14-11 E-mail: kafvv@mail.ru

STRELKOV Alexander K.

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of the Water Supply and Sewerage Chair Samara State Technical University Institute of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 104, tel. (846)333-56-76 E-mail: A19400209@yandex.ru

TEPLYKH Svetlana Yu.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Sewerage Chair Samara State Technical University Institute of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 104, tel. (846)242-44-26 E-mail: kafvv@mail.ru

GORSHKALEV Pavel A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Sewerage Chair Samara State Technical University Institute of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 104, tel. (846)242-44-26 E-mail: kafvv@mail.ru

SARGSYAN Ashot M.

PhD in Engineering Science, Assistant of the Water Supply and Sewerage Chair Samara State Technical University Institute of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 104, tel. (846)339-14-11 E-mail: kafvv@mail.ru

Для цитирования: Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалёв П.А., Саргсян А.М. Разработка установки для очистки сточных вод // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 1. С. 52-57. DOI: 1017673/Vestnik.2017.01.9.

For citation: *Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A., Sargsyan A.M.* Design of waste water treatment unit // *Urban Construction and Architecture*. 2017. V. 7, № 1. Pp. 52-57. DOI: 1017673/Vestnik.2017.01.9.