

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.7>

ДООЧИСТКА СТОКОВ ОТ МОЙКИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В СКОРЫХ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРАХ

Научная статья

Бусарев А.В.¹, Селюгин А.С.^{2,*}, Яшин А.Е.³

¹ ORCID : 0000-0002-7063-2519;

² ORCID : 0000-0003-2427-3698;

³ ORCID : 0000-0001-8535-8308;

^{1,2,3} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (a.selyugin[at]inbox.ru)

Аннотация

Статья посвящена актуальной проблеме очистки сточных вод от мойки грузовых автомобилей с целью их повторного использования в оборотных системах автомоек. Проведенные исследования процессов доочистки сточных вод от мойки грузовых автомобилей в скорых напорных фильтрах позволили разработать установку, состоящую из горизонтальной песколовки, гидроциклонной установки, напорного полочного отстойника и скорых напорных фильтров. Для определения параметров и эффективности работы скорого напорного фильтра с целью применения его в составе промышленной установки проведены экспериментальные исследования по доочистке сточных вод от мойки грузовых автомобилей, которые позволили установить факторы, влияющие на эффективность работы фильтра, такие как схема загрузки и скорость фильтрования. Установлено, что доочистка сточных вод от мойки грузовых автомобилей может успешно осуществляться в скорых напорных фильтрах с зернистой загрузкой.

Ключевые слова: автомойка, сточные воды, очистка, исследования, скорый напорный фильтр, промышленная установка.

ADDITIONAL CLEANING OF WASTEWATER FROM TRUCK WASHING IN PRESSURE FILTERS

Research article

Busarev A.V.¹, Selyugin A.S.^{2,*}, Yashin A.Y.³

¹ ORCID : 0000-0002-7063-2519;

² ORCID : 0000-0003-2427-3698;

³ ORCID : 0000-0001-8535-8308;

^{1,2,3} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

* Corresponding author (a.selyugin[at]inbox.ru)

Abstract

The article is dedicated to the relevant problem of wastewater cleaning from truck washing for the purpose of its reuse in the recycling systems of car washes. The conducted research of wastewater aftertreatment processes from washing trucks in the pressure filters allowed to develop an installation consisting of a horizontal sand trap, hydrocyclone unit, pressure shelf settling tank and pressure filters. To determine the parameters and efficiency of the pressure filter in order to use it as a part of an industrial plant, experimental studies were conducted on wastewater post-treatment from washing trucks, which helped to establish the factors affecting the efficiency of the filter, such as the loading scheme and the filtering speed. It was established that additional treatment of wastewater from truck washing can be successfully carried out in pressure filters with granular loading.

Keywords: car wash, wastewater, cleaning, research, pressure filter, industrial plant.

Введение

В процессе эксплуатации автомобильного транспорта, при его мойке образуются сточные воды, которые содержат значительное количество твёрдой взвеси, эмульгированные нефтепродукты, а также небольшое количество органических загрязнений. Концентрация твёрдых взвешенных веществ в стоках от мойки грузовых автомобилей составляет 1,2–3,1 г/л, нефтепродуктов 0,05–0,15 г/л, а полная биохимическая потребность в кислороде (БПКп) данных стоков находится в пределах 0,07–0,14 г/л [1, С.526], [2, С.31].

Количество стоков от одного поста автомойки достигает обычно 2–5 м³/ч. При сбросе стоков от мойки грузовых автомобилей в промышленную канализацию содержание взвеси в них не должно превышать 15×10⁻³ г/л, нефтепродуктов 3×10⁻⁴ г/л; а при сбросе в водоём рыбохозяйственного значения, соответственно, 5×10⁻³ г/л и 5×10⁻⁵ г/л [1, С.527]. Поэтому обычно стоки от мойки грузовых автомобилей очищают, а затем направляют в системы оборотного водоснабжения автомоек.

Для мойки грузовых автомобилей можно использовать воду, в которой содержание взвешенных веществ находится в пределах 5×10⁻³–1×10⁻² г/л, концентрация нефтепродуктов не превышает 5×10⁻³ г/л, а её БПКп достигает 3×10⁻³–5×10⁻³ г/л.

Очистка стоков от мойки грузовых автомобилей осуществляется механическими (отстаивание, фильтрование) или физико-химическими методами (сорбция, ультрафильтрация, коагуляция) [1, С.527], [3, С.123], [4, С.10], а также

обработкой в поле центробежных сил [5], [6]. Доочистка сточных вод от мойки грузовых автомобилей может осуществляться биологическими методами в биопрудах [3, С.123].

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) проводились исследования по очистке сточных вод от мойки автомобилей в напорных цилиндрических гидроциклонах [4, С.10]. В ходе исследований была определена оптимальная геометрия напорных гидроциклонов, а также выявлены технологические параметры работы данных аппаратов [4, С.12].

Для очистки стоков от мойки грузовых автомобилей в КГАСУ была разработана специальная установка (рис. 1).

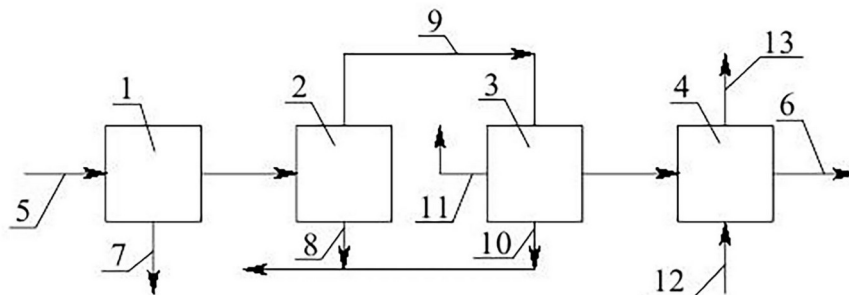


Рисунок 1 - Схема установки очистки стоков от мойки грузовых автомобилей:

1 – горизонтальная песколовка с ложным днищем; 2 – гидроциклонная установка; 3 – полочный напорный отстойник; 4 – скорые напорные фильтры; 5 – подача исходной воды; 6 – отвод очищенной воды; 7 – отвод песка; 8 – отвод нижнего слива гидроциклонов; 9 – отвод верхнего слива гидроциклонов; 10 – отвод осадка; 11 – отвод нефтепродуктов; 12 – подача воды на промывку; 13 – отвод загрязнённой промывной воды

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.7.1>

Стоки от мойки грузовых автомобилей по линии 5 поступают на очистку. Наиболее крупные фракции взвеси оседают в песколовке с ложным днищем 1 [2, С.31]. Затем стоки подаются насосом в напорные гидроциклоны диаметром 80 мм, скомпонованные в гидроциклонную установку 2 [4, С.11].

Нижний слив гидроциклонов под избыточным давлением по линии 8 отводится в песковые бункеры. Верхний слив гидроциклонов по линии 9 под избыточным давлением поступает в напорный полочный отстойник 3, осадок из которого удаляется по линии 10, а уловленные нефтепродукты по линии 11. Доочистка стоков от взвеси и нефтепродуктов осуществляется в скорых напорных фильтрах 4 с двухслойной зернистой загрузкой, которые промываются фильтратом, подаваемым по линии 12. Загрязнённые промывные воды отводятся от скорых фильтров 4 по линии 13.

Данная установка позволяет снизить в обрабатываемых сточных водах содержание взвеси с 1,5 г/л до 0,01 г/л, концентрацию нефтепродуктов – с 0,15 до 0,005 г/л, а БПКп данных стоков с 0,035 г/л до 0,005 г/л.

Для снижения концентрации нефтепродуктов в стоках от мойки грузовых автомобилей можно направить их в напорные адсорбционные фильтры, загруженными активированным древесным углём [7, С.48].

Методы и принципы исследования

Для модернизации описанной выше установки очистки стоков от мойки грузовых автомобилей в КГАСУ исследовалась их доочистка от нефтепродуктов и взвешенных веществ в скорых напорных фильтрах. Задачей данных исследований было выявление наиболее эффективной схемы загрузки фильтров, а также определение технологических параметров процесса фильтрования. Для этого была создана опытная установка, схема которой приведена на рис. 2. В состав опытной установки входят: модель скорого напорного фильтра 1, резервуар для воды 2, насос 3, соединительные трубопроводы, а также измерительные приборы для регулирования работы модели фильтра 1. По линии 4 в резервуар 1 подаётся водопроводная вода. По линии 5 во всасывающий трубопровод насоса 1 дозируются нефтепродукты, а по линии 6 подаётся суспензия для обогащения воды органическими соединениями и взвесью.

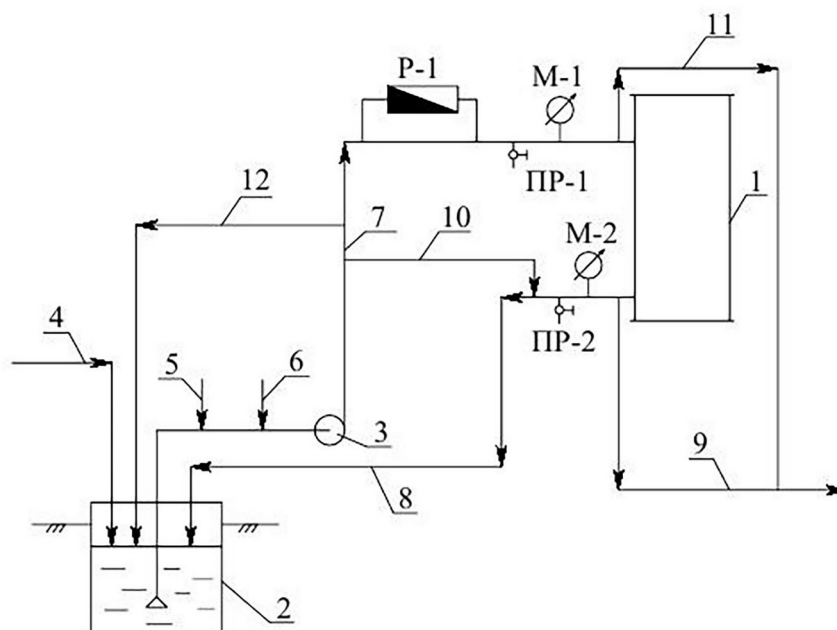


Рисунок 2 - Опытная установка очистки стоков от мойки грузовых автомобилей:

1 - модель скорого напорного фильтра; 2 - резервуар для воды; 3 - насос; 4-12 - соединительные трубопроводы, а также измерительные приборы для регулирования работы модели фильтра; P-1 - расходомер, установленный на байпасной линии; M-1 и M-2 - манометры; PP-1 и PP-2 - пробоотборники

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.7.2>

По линии 7 вода подаётся на очистку в модель фильтра 1. Очищенная вода из модели фильтра 1 отводится под остаточным давлением по линии 8. По линии 9 вода из модели фильтра 1 может отводиться в систему водоотведения. Промывается модель фильтра 1 водопроводной водой, подаваемой насосом 3 по линии 10.

Загрязнённые промывные воды отводятся из модели фильтра 1 под остаточным давлением по линии 11. Трубопровод 12 служит для отвода от модели фильтра 1 избыточного количества воды. Расходомер P-1, установленный на байпасной линии, служит для регулирования скорости фильтрования. Манометрами M-1 и M-2 измеряется давление на входе и на выходе из фильтра. Из пробоотборника PP-1 отбираются пробы исходной воды, а из пробоотборника PP-2 отбираются пробы очищенной воды. При проведении исследований модель фильтра 1 загружалась различными зернистыми фильтрующими материалами. Высота загрузки фильтра составляла 1–1,2 м.

Температура исходной воды измерялась спиртовым термометром с ценой деления 0,1 °С. Концентрация взвеси определялась весовым методом [8, С.45]. Содержание нефтепродуктов в воде измерялась фотоколориметрическим способом [4, С.11]. БПКп определялось по рекомендациям изложенных в работе [9, С.20]. Давление на входе в модель фильтра не превышало 5 кгс/см². Температура сточной воды при проведении опытов изменялась от 19,7 до 20,2°С.

Основные результаты

Результаты опытов представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1 - Результаты опытов

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.7.3>

№ опыта	Вид загрузки	Давление, кгс/см ²		Скорость фильтрования, м/ч	Концентрация взвешенных веществ, мг/л		Эффект очистки от взвешенных веществ Эв.в., %
		на входе в фильтр	на выходе из фильтра		в исходной воде	в очищенной воде	
1	2	3	4	6	7	8	9
1	Кварцевый песок крупность ю 1,2-2 мм, высотой 1 м	3	2,5	7	48	16	67
		3	2,6		42	13	69
		3	2,5		54	19	68
	Дробленны	3	2,5		47	13	72

2	й керамзит крупность ю 1,2-2 мм, высотой 0, 4 м. Кварцевый песок крупность ю 0,7-1,6 мм, высотой 0, 7 м	3	2,5	7	44	13	70
		3	2,5		51	16	69
3	Дробленны й антрацит крупность ю 1,2-2 мм, высотой 0, 4 м. Кварцевый песок крупность ю 0,7-1,6 мм, высотой 0,6 м	3	2,5	7	49	10	80
		3	2,4		45	10	78
		3	2,5		39	9	77

Таблица 2 - Результаты опытов

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.7.4>

№ опыта	Вид загрузки	Давление, кгс/см ²		Скорость фильтра ция, м/ч	Концентрация взвешенных веществ, мг/л		Эффект очистки от взвешенны х веществ Эв.в., %
		на входе в фильтр	на выходе из фильтра		в исходной воде	в очищенной воде	
1	2	3	4	6	7	8	9
4	Дробленны й антрацит крупность ю 1,2-2 мм, высотой 0,4 м. Кварцевый песок крупность ю 0,7-1,6 мм, высотой 0,6 м	4	3,6	7	43	9	79
		5	4,5		50	11	78
		6	5,5		48	10	77
5	Дробленны й антрацит крупность ю 1,2-2 мм, высотой 0,4 м. Кварцевый песок крупность ю 0,7-1,6 мм, высотой	3	2,5	6	47	8	83
		3	2,4	8	44	11	75
		3	2,4		45	15	67
				9			

	0,6 м						
--	-------	--	--	--	--	--	--

Таблица 3 - Результаты опытов

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.7.5>

№ опыта	Вид загрузки	Концентрация нефтепродуктов, мг/л		Эффект очистки от нефтепродуктов Эн, %	БПКп, мг/л		Эффект очистки по БПКп Э _{БПКп} , %
		в исходной воде	в очищенной воде		в исходной воде	в очищенной воде	
1	2	10	11	12	13	14	15
1	Кварцевый песок крупностью 1,2-2 мм, высотой 1 м	26	13	50	33	16	52
		22	12	45	25	11	56
		25	12	52	-	-	-
2	Дробленый керамзит крупностью 1,2-2 мм, высотой 0,4 м. Кварцевый песок крупностью 0,7-1,6 мм, высотой 0,7 м	23	8	65	34	13	62
		26	8	69	27	10	63
		21	7	67	-	-	-
3	Дробленый антрацит крупностью 1,2-2 мм, высотой 0,4 м. Кварцевый песок крупностью 0,7-1,6 мм, высотой 0,6 м	24	6	75	23	5	78
		25	6	76	21	4	81
		22	5	77	-	-	-

Таблица 4 - Результаты опытов

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.7.6>

№ опыта	Вид загрузки	Концентрация нефтепродуктов, мг/л		Эффект очистки от нефтепродуктов Эн, %	БПКп, мг/л		Эффект очистки по БПКп Э _{БПКп} , %
		в исходной воде	в очищенной воде		в исходной воде	в очищенной воде	
1	2	10	11	12	13	14	15
4	Дробленый антрацит крупностью 1,2-2 мм, высотой	23	5	78	24	5	79
		20	5	75	22	5	77
		24	5	79	-	-	-

	0,4 м. Кварцевый песок крупность						
5	Дробленны й антрацит крупность ю 1,2-2 мм, высотой 0,4 м.	27	5	81	26	4	85
		25	7	72	30	8	73
	Кварцевый песок крупность ю 0,7-1,6 мм, высотой 0,6 м	29	9	69	-	-	-

Эффект очистки от загрязнений Э, % определялся по формуле [10]

$$\text{Э} = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{к}}}{C_{\text{исх}}} \quad (1)$$

где $C_{\text{исх}}$ – концентрация загрязнений в исходной воде, мг/л; $C_{\text{к}}$ – концентрация загрязнения в очищенной воде, мг/л.

Обсуждение

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- а) в исходной воде концентрация взвеси составляет 39 – 54 мг/л, содержание нефтепродуктов находится в пределах 20 – 29 мг/л, а БПКп достигает 21 – 34 мг/л;
- б) при двухслойной загрузке из дробленого антрацита и кварцевого песка концентрация взвешенных веществ в очищенной воде составляет 8 – 16 мг/л, содержание нефтепродуктов 5 – 9 мг/л, а БПКп 4 – 13 мг/л;
- в) температура воды составляет +19,7 ... +20,2 °С;
- г) увеличение давления на входе в скорый напорный фильтр практически не влияет на эффективность работы данного аппарата;
- д) увеличение скорости фильтрования снижает эффект очистки стоков от мойки грузовых автомобилей по всем видам загрязнений;
- е) наилучшие результаты показала двухслойная загрузка из дробленого антрацита и кварцевого песка: эффект очистки стоков от взвеси составил 67 – 83%, от нефтепродуктов 69 – 81%, по БПКп 73 – 85%.

Сравним показатели эффективности предлагаемой технологии с серийно выпускаемыми установками для очистки сточных вод от мойки автомобилей.

Установка комплексной очистки сточных вод УКО, предназначенная для локальной очистки сточных вод автомоек, включает флотационную емкость и тонкослойный отстойник в сборе, фильтр механической очистки и фильтр сорбционный. Так как степень очистки данной установки составляет 99 %, то при концентрации взвешенных веществ в сточной воде 3000 мг/л их содержание в очищенной воде будет 30 мг/л, а нефтепродуктов соответственно 900 мг/л и 9 мг/л [11].

Очистные сооружения типа СКАТ состоят из трех ступеней: ступень первичной очистки отстаиванием (БПО-Н), основной технологический блок (ОТБ) с применением напорной флотации с доочисткой на полиуретановом фильтре и двухступенчатый сорбционный блок (ДСБ). Сооружения СКАТ позволяют очистить сточную воду (после блока ОТБ): по взвешенным веществам с 3000 мг/л до 15-40 мг/л, по нефтепродуктам с 900 мг/л до 2-10 мг/л, по БПКп с 400 мг/л до 80 мг/л [12].

Система очистки и рециркуляции воды АРОС предназначена для очистки сточных вод от ручных автомобильных моек и моечных аппаратов высокого давления. Установка состоит из рамы, фильтрующей колонны с системой обратной промывки, бака накопителя, модуля повышения давления и шкафа управления. Для очистки воды автомойку необходимо оборудовать грязеотстойником и маслоуловителем из которого вода поступает в насосный резервуар, а из него вода подается погружным насосом на систему очистки и рециркуляции воды АРОС. В очищенной воде концентрация загрязнений не превышает: по взвешенным веществам 10 мг/л, по нефтепродуктам 12 мг/л, по БПКп 50 мг/л [13].

Флотационно-фильтрационная установка модели ФФУ-10 производительностью 9–11 м³/ч предназначена для очистки сточных вод после мойки автомобилей. Для сточных вод автомоек степень очистки по основным ингредиентам без использования реагентов составляет: по взвешенным веществам с 50-200 мг/л до 15-40 мг/л, по нефтепродуктам с 10 -100 мг/л до 1-5 мг/л, по БПКп с 50-200 мг/л до 15-50 мг/л [14].

Перечисленные установки в основном включают установку напорной флотации, как правило, с добавлением реагентов, что увеличивает эксплуатационные затраты; требуют строительства подземных железобетонных резервуаров для приема и предварительной обработки стоков от мойки автомобилей.

Предлагаемая установка для очистки сточных вод от мойки грузовых автомобилей (рис. 1) состоит из горизонтальной песколовки, гидроциклонной установки, напорного полочного отстойника, скорых напорных фильтров. Добавление реагентов не требуется. Возможно добавление ступени глубокой очистки с адсорбционными фильтрами. По результатам исследований процессов доочистки сточных вод от мойки грузовых автомобилей в скором напорном фильтре с рекомендуемой двухслойной загрузкой из дробленого антрацита и кварцевого песка содержание загрязнений в очищенной воде, в основном, не превышает содержание загрязнений в очищенной воде серийно выпускаемых установок.

Заключение

Проведенными исследованиями процессов очистки сточных вод от мойки грузовых автомобилей в скором напорном фильтре с двухслойной загрузкой из дробленого антрацита и кварцевого песка установлен достаточно высокий эффект очистки от взвешенных веществ до 83%, от нефтепродуктов до 81% и по БПКп до 85%. Таким образом, доочистка сточных вод от мойки грузовых автомобилей может успешно осуществляться в скорых напорных фильтрах, загруженных дроблённым антрацитом и кварцевым песком, при скорости фильтрования равной 7 – 8 м/ч.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье – М.: Химия, 1984. – 443 с.
2. Кичигин В.Н. Водоотводящие системы промышленных предприятий / В.Н. Кичигин – М.: ЛитРес, 2016. – 657 с.
3. Самохин В.Н. Канализация населённых мест и промышленных предприятий / В.Н. Самохин – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
4. Завьялов С.Н. Мойка автомобилей: технология и оборудование / С.Н. Завьялов – М.: Транспорт, 1994. – 194 с.
5. Ласков Ю.М. Примеры расчётов канализационных сооружений / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун – М.: Альянс, 2008. – 255 с.
6. ПНД Ф14. 1:2:3:4. 123-97. Методика выполнения измерений биохимического потребления кислорода после n – дней инкубации (БПКп) в поверхностных, подземных, питьевых, сточных и очищенных сточных водах. – Введ. 2004-03-03. – М.: Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия, 2004. – 36 с.
7. Sheshegova I. Wastewater treatment plant for the preparation of industrial water for waterflooding of oil reservoirs using pressure hydrocyclones. / I. Sheshegova, A. Busarev // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering; – London: IOP Publishing, 2020. doi: 10.1088/1757-899X/890/1/012155
8. Busarev A. Treatment of oil-containing wastewater of machine-building enterprises using pressure hydrocyclones. / A. Busarev, A. Selyugin // Web of Conferences; – Issue 274. – France: E3S, 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202127408008
9. Бусарев А.В. Глубокая очистка сточных вод от мойки легковых автомобилей с применением адсорбционных фильтров / А.В. Бусарев, А.С. Селюгин, Б.М. Гареев и др. // Евразийское научное объединение. – Прага : Евразийское научное объединение, 2015. – Вып. 10. – С. 48–49.
10. Бусарев А.В. Исследование процессов очистки сточных вод от мойки легковых автомобилей в гидроциклонных установках. / А.В. Бусарев, А.С. Селюгин, И.А. Каюмов и др. // Международный научно-исследовательский журнал; – Екатеринбург: Цифра, 2017. – с. 9–13.
11. Установка комплексной очистки сточных вод УКО (модификация для моек самообслуживания) «УКО-5». – Серпухов : ПК Унисервис. – 30 с.
12. Система очистки сточных вод и оборотного водоснабжения «СКАТ» надземный вариант. – Ярославль : Экосервис. – 19 с.
13. АРОС. Паспорт-инструкция. – Санкт-Петербург : ТехАвто, 2017. – 22 с.
14. Флотационно-фильтрационная установка ФФУ-10. Паспорт. – Ярославль : Экосервис. – 15 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lur'e Yu.Yu. Analiticheskaya ximiya promy'shlenny'x stochny'x vod [Analytical chemistry of industrial wastewater] / Yu.Yu. Lur'e – М.: Химия, 1984. – 443 p. [in Russian]
2. Kichigin V.N. Vodootvodyashhie sistemy' promy'shlenny'x predpriyatij [Drainage systems of industrial enterprises] / V.N. Kichigin – М.: LitRes, 2016. – 657 p. [in Russian]
3. Samoxin V.N. Kanalizaciya naselyonny'x mest i promy'shlenny'x predpriyatij [Sanitation of settlements and industrial enterprises: a Handbook of the designer] / V.N. Samoxin – М.: Strojizdat, 1981. – 639 p. [in Russian]
4. Zav'yalov S.N. Mojka avtomobilej: texnologiya i oborudovanie [Car wash: Technology and equipment] / S.N. Zav'yalov – М.: Transport, 1994. – 194 p. [in Russian]

5. Laskov Yu.M. Primery' raschyotov kanalizacionny'x sooruzhenij [Examples of calculations of sewer structures] / Yu.M. Laskov, Yu.V. Voronov, V.I. Kaliczun – M.: Al'yans, 2008. – 255 p. [in Russian]
6. PND F14. 1:2:3:4. 123-97. Metodika vy'polneniya izmerenij bioximicheskogo potrebleniya kisloroda posle n – dnei inkubacii (BPKp) v poverxnostny'x, podzemny'x, pit'evy'x, stochny'x i ochishhenny'x stochny'x vodax [Methodology for measuring biochemical oxygen consumption after n - days of incubation (BPCp) in surface, underground, drinking, sewage and treated wastewater]. – Introduced 2004-03-03. – M.: Federal'ny'j centr analiza i ocenki texnologennogo vozdejstviya, 2004. – 36 p. [in Russian]
7. Sheshegova I. Wastewater treatment plant for the preparation of industrial water for waterflooding of oil reservoirs using pressure hydrocyclones. / I. Sheshegova, A. Busarev // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering; – London: IOP Publishing , 2020. doi: 10.1088/1757-899X/890/1/012155
8. Busarev A. Treatment of oil-containing wastewater of machine-building enterprises using pressure hydrocyclones. / A. Busarev, A. Selyugin // Web of Conferences; – Issue 274. – France: E3S, 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202127408008
9. Busarev A.V. Glubokaya ochistka stochnykh vod ot moiki legkovykh avtomobilei s primeneniem adsorbtsionnykh filtrov [Deep wastewater treatment from car washing cars with the use of adsorption filters] / A.V. Busarev, A.S. Selyugin, B.M. Gareev et al. // Eurasian scientific unity. – Praga : Yevraziiskoe nauchnoe obedinenie, 2015. – Iss. 10. – P. 48–49. [in Russian]
10. Busarev A.V. Issledovanie processov ochistki stochny'x vod ot mojki legkovy'x avtomobilej v gidrociklonny'x ustanovkax [Investigation of wastewater treatment processes from car washing in hydrocyclone installations]. / A.V. Busarev, A.S. Selyugin, I.A. Kayumov et al. // International Research Journal; – Ekaterinburg: Cifra, 2017. – p. 9–13. [in Russian]
11. Ustanovka kompleksnoj ochistki stochnykh vod UKO (modifikaciya dlya moek samoobslyuzhivaniya) "UKO-5" [Installation of integrated wastewater treatment of UKO (modification for self-service car washes) "UKO-5"]. – Serpuhov : PK Uniservis. – 30 p. [in Russian]
12. Sistema ochistki stochnykh vod i oborotnogo vodosnabzheniya "SKAT" nadzemnyj variant [The wastewater treatment and recycling water supply system "SKAT" is an aboveground version] .– Yaroslavl' : Ekoservis.–19 p. [in Russian]
13. AROS. Pasport-instrukciya [AROS. Passport-instructions]. – Sankt-Peterburg : TekhAvto, 2017. – 22 p. [in Russian]
14. Flotacionno-filtracionnaya ustanovka FFU-10. Pasport [Flotation filtration plant FFU-10. Passport]. – Yaroslavl' : Ekoservis.– 15 p. [in Russian]