

DOI 10.35776/VST.2021.02.04  
УДК 628.212.2/316

### Тестовая эксплуатация фильтра-сепаратора ФОПС®-С при очистке поверхностного стока с территории автопарковки

М. А. Греков<sup>1</sup>, С. В. Елагин<sup>2</sup>, Г. Л. Козинец<sup>3</sup>, Л. В. Леонов<sup>4</sup>, А. В. Чечевичкин<sup>5</sup>, Л. А. Якунин<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Греков Михаил Александрович, проректор по хозяйственной работе, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, тел.: +7 (812) 552-75-57, e-mail: vicerektor.fm@spbstu.ru

<sup>2</sup> Елагин Сергей Вениаминович, главный инженер, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, тел.: +7 (812) 297-20-45, e-mail: dgigpu@spbstu.ru

<sup>3</sup> Козинец Галина Леонидовна, доктор технических наук, и. о. директора Инженерно-строительного института,

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, тел.: +7 (812) 552-79-00, e-mail: kozinets\_gl@spbstu.ru

<sup>4</sup> Леонов Леонид Владимирович, главный специалист по технологическому развитию, Департамент анализа

и технологического развития систем водоснабжения и водоотведения, ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

191015, Россия, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., 42, тел.: +7 (812) 326-52-42, e-mail: Leonov\_LV@vodokanal.spb.ru

<sup>5</sup> Чечевичкин Алексей Викторович, генеральный директор ООО «Аква-Венчур»®

195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 22, тел.: +7 (812) 640-08-40, e-mail: 01@6400840.ru

<sup>6</sup> Якунин Леонид Александрович, инженер, ООО «Аква-Венчур»®

195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 22, тел.: +7 (812) 640-08-40, e-mail: 77@6400840.ru

Поверхностный сток с территорий крупных мегаполисов интенсивно загрязняется. Особую роль в загрязнении играют автопарковки, на территории которых формируются сточные воды с высокими концентрациями нефтепродуктов и взвешенных веществ. Целью работы была тестовая многосезонная эксплуатация фильтра-сепаратора ФОПС®-С при очистке поверхностного стока, поступающего в систему канализации с территории автопарковки. В ходе наблюдений установлено, что на протяжении 21 месяца испытаний фильтр ФОПС®-С обеспечивал эффективность очистки сильнозагрязненного поверхностного

стока от взвешенных веществ 82–99% и нефтепродуктов 55–76% (при их максимальной концентрации в стоке 3000 и 10,5 мг/дм<sup>3</sup> соответственно). Снижения эффективности очистки в течение 21 месяца не наблюдалось, в том числе в периоды отрицательных температур (два сезона). За время испытаний из фильтра ФОПС®-С дважды производилась гидравлическая задержка загрязнений: взвешенных веществ (~ 130 кг) и нефтепродуктов (~ 2,1 дм<sup>3</sup>).

**Ключевые слова:** фильтр ФОПС, фильтрующий патрон, очистка, поверхностный сток, взвешенные вещества, нефтепродукты, автопарковка.

## SURFACE RUNOFF TREATMENT

### Test operation of a FOPS®-S filter separator in the process of surface runoff purification from the car parking area

М. А. Grekov<sup>1</sup>, S. V. Elagin<sup>2</sup>, G. L. Kozinets<sup>3</sup>, L. V. Leonov<sup>4</sup>, A. V. Chechevichkin<sup>5</sup>, L. A. Iakunin<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Grekov Mikhail, Vice Rector for Economic Activities, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

29 Politekhnicheskaja St., 195251, Saint-Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 552-75-57, e-mail: vicerektor.fm@spbstu.ru

<sup>2</sup> Elagin Sergei, Chief Engineer, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

29 Politekhnicheskaja St., 195251, Saint-Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 297-20-45, e-mail: dgigpu@spbstu.ru

<sup>3</sup> Kozinets Galina, Doctor of Engineering, Acting Director of the Civil Engineering Institute,

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

29 Politekhnicheskaja St., 195251, Saint-Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 552-79-00, e-mail: kozinets\_gl@spbstu.ru

<sup>4</sup> Leonov Leonid, Chief Specialist for Technological Development, Department of Analysis and Technological Development

of Water Supply and Wastewater Disposal Systems, SUE «Vodokanal of St. Petersburg»

42 Kavalergardskaia St., 191015, Saint-Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 326-52-42, e-mail: Leonov\_LV@vodokanal.spb.ru

<sup>5</sup> Chechevichkin Aleksei, General Director, Aqua-Venture® LLC

22 Grazhdanskii Ave., 195220, Saint-Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 640-08-40, e-mail: 01@6400840.ru

<sup>6</sup> Iakunin Leonid, Engineer, Aqua-Venture® LLC

22 Grazhdanskii Ave., 195220, Saint-Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 640-08-40, e-mail: 77@6400840.ru

Surface runoff from large metropolitan areas is heavily polluted. Car parking areas are of overriding concern in pollution since the surface runoff generated on them contains high concentrations of oil products and suspended solids. The aim of the project was multi-season test operation of a FOPS®-S filter-separator for the purification of the surface runoff disposed into the sewer system from the parking area. In the course of observations, it was found that over 21 months of testing, the FOPS®-S filter provided for removing 82–99% suspended solids and 55–76% of oil products from heavily contaminated surface runoff (at their maximum concentration in the surface runoff 3000 and 10.5 mg/dm<sup>3</sup>, respectively). No decrease in the treatment efficiency was observed for 21 months, including the periods of negative temperatures (two seasons). During the tests the hydraulic discharge of the trapped pollutants from the FOPS®-S filter was carried out twice: suspended solids (~ 130 kg) and oil products (~ 2.1 dm<sup>3</sup>).

**Key words:** FOPS filter, filtering cartridge, purification, surface runoff, suspended solids, oil products, car parking.

Поверхностный сток, формирующийся на территории современных мегаполисов, в значительной мере загрязнен взвешенными веществами, нефтепродуктами и тяжелыми металлами [1–3].

Автомобильный транспорт, количество которого в городах неуклонно возрастает, является основным источником загрязнений [4–9]. Поступление загрязняющих веществ происходит как непосредственно с проезжей части автодорог, так и с селитебных территорий и объектов жилищно-коммунальной инфраструктуры (территории детских садов, школ, зон отдыха и т. д.) [10; 11].

Особую роль в загрязнении территорий, а также воздушного бассейна играют открытые организованные и неорганизованные автостоянки [10–15]. Эти объекты располагаются по всему городу: в центре и на периферии (в спальных районах). Их отличительной особенностью является суточный цикл «работа – отдых», и, соответственно, загрязнения от них поступают с периодичностью, связанной с миграцией населения в течение суток. В любом случае выделение загрязняющих веществ автомобилями на парковках происходит при запуске (прогреве) двигателя и во время нахождения с выключенным двигателем. При холодном запуске и прогреве двигателя в воздух выделяются преимущественно газообразные и микрокапельные продукты [10; 11; 16]. Во время нахождения на парковке из автомобиля с неработающим двигателем выделяются (как правило, в виде протечек) жидкие среды (топливо, масла, антифризы и др.), являющиеся источником загрязнения нефтепродуктами, поверхностно-активными и органическими веществами [11; 12]. В зимний период возможно дополнительное поступление взвешенных веществ из оттаявшего льда и снега, который намораживается на элементах корпуса автомобилей (арки колес, брызговики, пороги и т. д.) во время движения [17].

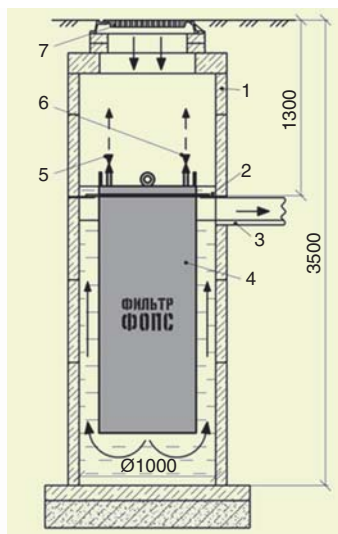
Часто парковки располагаются вблизи зеленых насаждений, что приводит к попаданию на

них растительных остатков (листва, ветки, пух, семена и т. д.) [18].

Исследования последнего времени показывают, что значительная часть тяжелых металлов находится в виде нерастворимых взвешенных веществ (оксиды, гидроксиды, карбонаты и сульфиды) [6; 19–21], а нефтепродукты – в виде эмульсий, в том числе ассоциированных со взвешенными веществами [2; 21; 22]. Наличие таких сложных агрегатных форм предполагает гравитационно-неустойчивое состояние большинства загрязнителей, для удаления которых необходимо применять высокоэффективные сепарационные методы [21; 22].

Одним из представленных на современном рынке технологических решений по очистке поверхностного стока с автостоянок является фильтр-сепаратор ФОПС®-С. Основной принцип работы фильтра – разделение суспензий и эмульсий в тонкослойных (полочных) отстойниках [22; 23]. Тестирование фильтров проводилось с целью оценки эффективности очистки поверхностного стока и целесообразности их внедрения для локальной очистки. Фильтры монтируются в стандартных железобетонных колодцах (рис. 1), имеют конструкцию в виде пропускающей воду цилиндрического фильтропатрона [24; 25], внутри которого размещен блок пластин тонкополочного отстойника-сепаратора. Корпус фильтра включает два отсека, внутри которых накапливаются загрязнения: расслоившиеся жидкие нефтепродукты и осадок взвешенных частиц. Периодически производится гидравлическая откачка жидких нефтепродуктов и суспензии осевших взвешенных частиц из отсеков фильтра-сепаратора без его демонтажа и выемки из канализационного колодца.

Тестовая работа по очистке поверхностного стока, поступающего в систему канализации с территории автостоянки, проводилась в течение нескольких сезонов в реальных условиях. Выбранная для испытаний автостоянка находится на селитебной территории перед спортивным комплексом и рассчитана на 56 парковочных мест.



**Рис. 1. Канализационный колодец с установленным фильтром ФОПС®-С-1,0-1,8**

1 – дождеприемный колодец диаметром 1 м; 2 – опорное кольцо ОК-1,0-1,0; 3 – трубопровод отведения очищенного стока; 4 – фильтр ФОПС®-С-1,0-1,8; 5 – патрубок откачки нефтепродуктов; 6 – патрубок откачки взвешенных веществ; 7 – дождеприемная решетка канализационного колодца

Фильтр был размещен в стандартном железобетонном колодце диаметром 1 м на цельном опорном кольце, которое устанавливалось во время монтажа самого колодца между его стеновыми кольцами.

Поверхностный сток с территории автопарковки поступал через дождеприемную решетку люка канализационного колодца непосредственно на верхнюю (защитную) решетку фильтра (рис. 1). Объем прошедшего через фильтр поверхностного стока составил за период испытаний (21 месяц) ~ 480 м<sup>3</sup>. Он рассчитывался в соответствии с СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения» и Рекомендациями [26] по отдельности для теплого  $W_d$  (м<sup>3</sup>) и холодного  $W_t$  (м<sup>3</sup>) периодов каждого года по формулам:

$$W_d = 10 F_{\text{общ}} \Psi_d h_d; \quad (1)$$

$$W_t = 10 F_{\text{общ}} \Psi_t h_t K_y, \quad (2)$$

где 10 – переводной безразмерный коэффициент;  $F_{\text{общ}}$  – общая площадь водосбора, га;  $\Psi$  – общий (безразмерный) коэффициент стока;  $h_d$ ,  $h_t$  – слой осадков за теплый и холодный периоды соответственно, мм;  $K_y$  – коэффициент, учитывающий уборку и вывоз снега.

В качестве исходной базы для определения слоя осадков за период испытаний были использованы предоставленные ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» официальные данные автоматизированной информационной системы учета атмосферных осадков АИС «Осадки» [27],

собранные на ближайшем метеопосте ВНС «Кушелевская». Исходя из этих данных, за каждый месяц периода испытаний рассчитывали соответствующие им значения слоя осадков  $h_i$ .

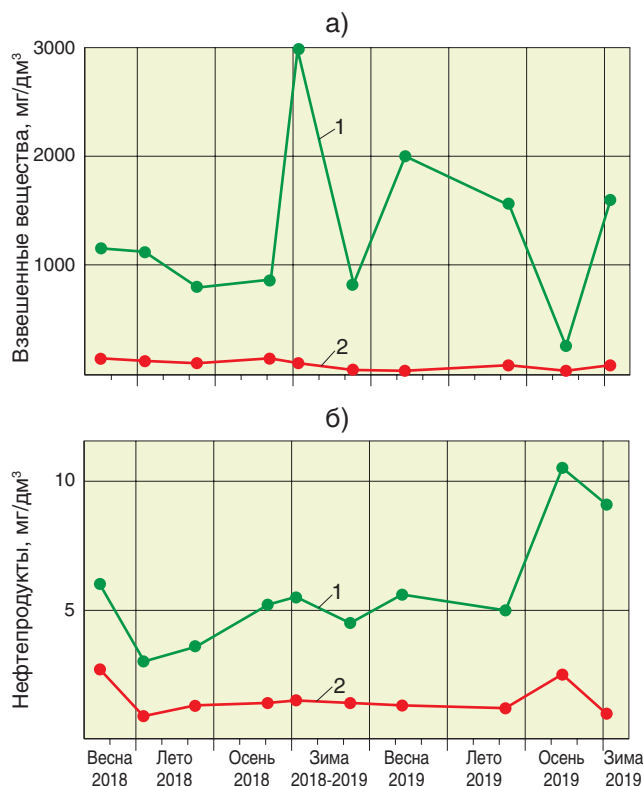
Оценка эффективности очистки поверхностного стока на фильтре производилась с учетом исходных (до фильтра) и конечных (после фильтра) концентраций значимых загрязнителей. Эффективность очистки  $\eta$  (% масс.) определяли по формуле:

$$\eta = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $C_0$ ,  $C_i$  – концентрация загрязнителя до и после фильтра соответственно, мг/дм<sup>3</sup>.

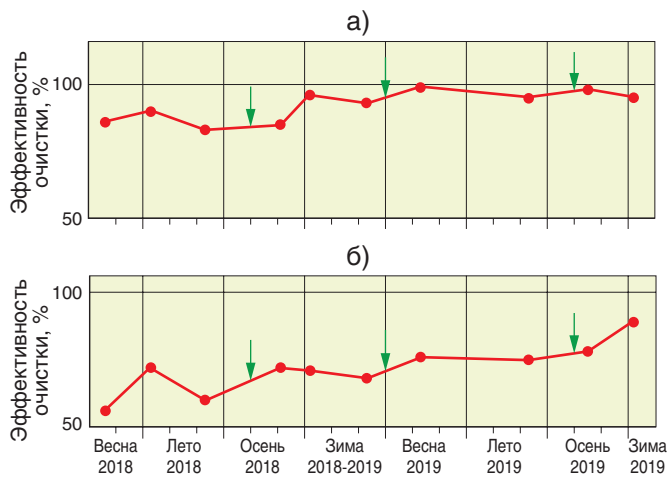
Отбор проб для определения качества воды до и после фильтра производили один раз в 1–2 месяца в течение всего периода испытаний. Отбор проб после фильтра осуществлялся из свободно изливающейся струи при помощи мерной емкости, расположенной на телескопической штанге, а пробы перед фильтром (до очистки) отбирались аналогичным образом из объема воды, находящейся над верхней решеткой фильтра в колодце.

Исходные концентрации загрязнителей, которые контролировались в данной работе в течение периода испытаний фильтра, представлены на рис. 2, а, б. Они свидетельствуют о большой



**Рис. 2. Изменение концентраций взвешенных веществ (а) и нефтепродуктов (б) в течение периода испытаний**

1 – до очистки; 2 – после очистки



**Рис. 3. Изменение эффективности очистки ливневого стока с помощью фильтра ФОПС®-С по взвешенным веществам (а) и нефтепродуктам (б)**

Стрелками обозначены моменты времени проведения отчачки из фильтра накопившихся в нем взвешенных веществ и нефтепродуктов

массовой нагрузке на фильтр по взвешенным веществам и нефтепродуктам. При этом максимальные концентрации загрязнителей наблюдались в холодный период года или сразу после него. Колебательный характер исходных концентраций взвешенных веществ (до фильтра) связаны с нерегулярным их поступлением на изучавшийся участок автостоянки. Максимальные значения исходных концентраций нефтепродуктов, образующихся на территории автостоянки, отмечались в зимне-весенние периоды.

Концентрации загрязнителей в очищенном стоке в течение всего испытательного периода находились в диапазоне значений, разрешенных к сбросу в систему общесплавной канализации.

Динамика изменения эффективности очистки стока на фильтре по контролируемым загрязняющим веществам представлена на рис. 3, а, б. Из этих зависимостей следует, что эффективность очистки стока на протяжении всего периода испытаний поддерживалась на определенном уровне: по взвешенным веществам (82–99%) и по нефтепродуктам (55–76%). Своевременное периодическое удаление скопившихся в фильтре взвешенных веществ и нефтепродуктов (рис. 3) позволяет сохранять высокую эффективность очистки.

При круглогодичной эксплуатации фильтров или подобных им устройств, находящихся вне отапливаемых строений, важным является вопрос сохранения их работоспособности в период отрицательных температур и после. Данные, представленные на рис. 2 и 3, свидетельствуют о том, что испытуемый фильтр существенно не утратил способности очищать сток в период от-

рицательных температур и после. Минимальная температура воздуха в данный период (зима 2018–2019 годов) составила минус 21,5 °С. В период наблюдений (особенно в феврале) фиксировалось чередование промежутков как с отрицательной, так и с положительной температурой воздуха (оттепели). Отсутствие кольматации фильтра льдом подтвердилось тем, что во время оттепелей сток над верхней решеткой фильтра не накапливался. Кроме того, дождевой сток, наблюдавшийся в марте и феврале, не привел к подтоплению колодца с фильтром (что произошло бы в случае образования внутри фильтра массива льда).

Текущее обслуживание фильтра в течение эксплуатации заключалось в чистке его верхней решетки от мусора и листьев и удалении из внутреннего объема фильтра накопившихся взвешенных веществ и нефтепродуктов (оба мероприятия проводились одновременно и с периодичностью два раза в год).

Несмотря на то что посадки деревьев на территории, где проводилось тестирование фильтра, были достаточно далеки от нее, крупные сухие листья, по-видимому, сгоняемые ветром, попадали внутрь колодца с фильтром через дождеприемную решетку (рис. 4). Чистка решетки фильтра производилась при открытой водосливной решетке люка колодца. Собранный с решетки мусор высушивался на воздухе в лаборатории и взвешивался. Количество мусора было максимальным после зимнего сезона, а в остальное время – достаточно малым (менее 0,5 кг за сезон). Общее годовое количество мусора на решетке фильтра в условиях текущей эксплуатации составило не более 2 кг.

Целесообразным усовершенствованием режима эксплуатации фильтра являлось бы применение перед ним (сразу после дождеприемной решетки) фильтра ФОПС®-К (далее – фильтра-



**Рис. 4. Внешний вид верхней решетки фильтра ФОПС®-С-1,0-1,8 в канализационном колодце**



**Рис. 5. Внешний вид фильтра ФОПС®-С-0,58-0,9 в комплекте с фильтром ФОПС®-К-0,58**

корзины) для сбора мусора (рис. 5). Это позволило бы обслуживающему персоналу не спускаться вниз в колодец на решетку фильтра, а вытаскивать корзину сверху через люк колодца вручную, поскольку масса фильтра-корзины с влажным осадком (даже годового сбора) будет составлять не более 10–12 кг.

Мероприятия по удалению из внутреннего объема фильтра накопившихся в нем взвешенных веществ и нефтепродуктов проводили трижды за испытательный период (время проведения мероприятий отмечено на рис. 3 стрелками). Откачку осуществляли при помощи самовсасывающей мотопомпы в отдельные емкости для суспензии взвешенных веществ и смеси нефтепродуктов с водой (рис. 6). При этом для откачки нефтепродуктов самовсасывающую мотопомпу подключали к патрубку с маркировкой «НП», расположенному в верхней части корпуса филь-



**Рис. 6. Откачка жидких нефтепродуктов, накопившихся в фильтре ФОПС®-С**



**Рис. 7. Внешний вид жидких нефтепродуктов, накопившихся в фильтре ФОПС®-С**

1 – после весенне-летнего периода работы (откачка осенью); 2 – после осенне-зимнего периода (откачка весной)

ра (с помощью разъема), после чего запускали мотопомпу и удаляли жидкую фазу из фильтра в количестве 20–25 л.

Для удаления взвешенных веществ из нижнего отсека фильтра мотопомпу подключали к патрубку «ВВ», расположенному в верхней части корпуса фильтра (с помощью разъема), после чего вышеописанным способом откачивали воду с суспензией взвешенных веществ фильтра в количестве 50–60 л. Емкости с откачанной жидкостью доставлялись в лабораторию и подвергались дальнейшей обработке и изучению.

Внешний вид жидкой фазы отсепарированных нефтепродуктов представлен на рис. 7. По цвету жидкая фаза нефтепродуктов, собранная в начале осени, значительно светлее (чище) собранной в конце зимы – начале весны. Темно-коричневый цвет ее объясняется большим содержанием загрязнителей (из покрышек и продуктов сгорания топлива), накопившихся в зимний период.

Данные по количеству взвешенных веществ (в пересчете на сухое вещество) и отсепарированных нефтепродуктов, полученные при их откачке из испытуемого фильтра ФОПС®-С-1,0-1,8 в различные периоды его работы, представлены в таблице.

Первый период накопления составил 5 месяцев, второй – 7 месяцев. Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о том, что откачку взвешенных веществ из отсека фильтра целесообразно производить не реже одного раза в пол-

Показатель	Период работы фильтра	
	01.10.2018 – 28.02.2019	01.03.2019 – 27.09.2019
Взвешенные вещества, кг	74,6	56,2
Нефтепродукты, мл	1235	879



**Рис. 8. Внешний вид съемной металлической крышки с водосливной решеткой КЛ-2-1,0-Д**

года, а откачку нефтепродуктов — один раз в год или даже реже.

В качестве средства для откачки можно рекомендовать также мини-илосос на базе шасси Mercedes-Benz с производительностью по откачке илового осадка до 100 л/мин.

В процессе тестирования фильтра возникла проблема, связанная с наличием верхней плиты перекрытия железобетонного колодца диаметром 1 м (где установлен фильтр) и стандартного люка с размером паза 600 мм. С учетом стандартных габаритов элементов люка производить монтаж-демонтаж фильтра без разборки верхней части колодца невозможно. При внедрении фильтра ФОПС®-С для очистки поверхностного стока можно применить съемную металлическую крышку с водосливной решеткой КЛ-2-1,0-Д, серийно выпускаемую ООО «Аква-Венчур®». Внешний вид такой крышки представлен на рис. 8.

### Выводы

1. На протяжении 21 месяца тестовых испытаний фильтр ФОПС®-С-1,0-1,8 обеспечил очистку загрязненных дождевых и талых вод с территории автопарковки спортивного комплекса до остаточных концентраций, позволяющих сбрасывать их в комбинированную централизованную систему водоотведения Санкт-Петербурга.
2. Эффективность очистки загрязненных дождевых и талых сточных вод с помощью фильтра ФОПС®-С-1,0-1,8 составила: по взвешенным веществам 82–99% (при их концентрации в исходной воде до 3000 мг/дм<sup>3</sup>); по нефтепродуктам 55–76% (при их концентрации в исходной воде до 10,5 мг/дм<sup>3</sup>).
3. После двух зимних периодов: 2017–2018 годы (минимальная температура окружающего воздуха минус 20,6 °С) и 2018–2019 годы (минимальная температура минус 21,5 °С) — фильтр ФОПС®-С-1,0-1,8 сохранил свою работоспособность, конструктивные и функциональные свойства.

4. За период испытаний из фильтра ФОПС®-С-1,0-1,8 дважды производилась гидровыгрузка: в марте 2019 г. (взвешенные вещества 74,6 кг, нефтепродукты 1235 мл), в октябре 2019 г. (взвешенные вещества 56,2 кг, нефтепродукты 879 мл).

5. Для улучшения работы фильтра ФОПС®-С-1,0-1,8 с целью защиты его от мусора рекомендуется установка перед ним фильтра-корзины ФОПС®-К-1,0.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мануйлов М. Б., Московкин В. М. Влияние поверхностного стока (дождевых и талых вод) на экологическую и техногенную ситуацию в городах // Вода и экология. 2016. № 2. С. 35–47.
2. Чечевичкин В. Н., Ватин Н. И. Особенности состава и очистки поверхностного стока крупных городов // Инженерно-строительный журнал. 2014. № 6. С. 67–74.
3. Пробирский М. Д., Рублевская О. Н., Ким А. Н., Иваненко И. И. Перспективы отведения и очистки поверхностного стока в Санкт-Петербурге // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 6. С. 32–40.
4. Дахова О. О., Хугунаев Б. М., Куповых Г. В. Химическое и физическое загрязнение городских экосистем автотранспортом // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2016. № 4. С. 67–72.
5. Веремеев А. М., Томилов А. А., Ручникова О. Н. Поверхностные сточные воды с автомобильных дорог // Строительство и архитектура. Опыт и современные технологии. 2016. № 6. С. 393–402.
6. Пшенин В. Н., Коваленко В. И. Загрязнение ливневых стоков с автомобильных дорог // Вестник ИНЖЭКОНА. 2007. № 6 (19). С. 140–145.
7. Huber M., Welker A., Helmreich V. Critical review of heavy metal pollution of traffic area runoff: Occurrence, influencing factors, and partitioning // Science of the Total Environment. 2016. V. 541. Pp. 895–919.
8. Глухов В. В., Лазарев Ю. Г., Чечевичкин А. В., Якунин Л. А. Поверхностный сток с автомобильных дорог // Дорожная держава. 2019. № 89. С. 86–89.
9. Шагидуллин А. Р., Сизов А. Н., Шагидуллина Р. А. Актуализация методики расчета мощности эмиссии вредных веществ автотранспортом при его движении по городским улицам // Российский журнал прикладной экологии. 2015. № 1. С. 58–63.
10. Зязина Т. В., Жердев В. Н. Проблемы загрязнения детских рекреационных внутридворовых площадок выбросами автотранспорта при использовании дворовых зон для парковки автомобилей // Глобальный научный потенциал. Природопользование и региональная экономика. 2017. № 3 (72). С. 74–79.
11. Третьяк Л. Н., Вольнов А. С., Стрельников А. В. О возможных путях решения проблемы оценки экологической безопасности в местах стоянок и парковок

- автотранспорта в Оренбурге / Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности». – Оренбург: Полиарт, 2019. 345 с.
12. Юрченко В. А., Мельникова О. Г. Эмиссия нефтепродуктов, создаваемая дорожными инфраструктурными комплексами // Вестник ХНАДУ. 2014. Т. 64. С. 134–139.
  13. Систер В. Г., Миташова Н. И., Кольцова Е. С. Очистка сточных вод автомобильных парковок от нефтепродуктов // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. Т. 3. № 2 (20). С. 76–83.
  14. Юрченко В. А., Мельникова О. Г., Бахарева А. Ю., Ячник М. В. Исследование механической очистки ливневых стоков, образованных на объектах автомобильно-дорожного комплекса // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. № 6/6 (78). С. 71–77.
  15. Красногорская Н. Н., Мусина С. А., Ишмухаметова Л. А. Экопаркинг как способ снижения негативного воздействия ливневого стока урбанизированной территории // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2016. № 2 (12). С. 70–73.
  16. Городков А. В., Козоногина И. В. К исследованию и оценке состояния экосреды примагистральных территорий города по фактору автотранспортных загрязнений // Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства. 2017. № 1 (17). С. 53–59.
  17. Chechevichkin V., Vatin N. Megacities land drainage and land runoff features and treatment // Applied Mechanics and Materials. 2014. V. 641–642. Pp. 409–415.
  18. Ватин Н. И., Греков М. А., Леонов Л. В., Пробирский М. Д., Рублевская О. Н., Чечевичкин А. В., Якунин Л. А. Опыт всесезонной эксплуатации фильтра ФОПС® при очистке поверхностного стока с техногенно нагруженной селитебной территории // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 8. С. 40–50.
  19. Wyesiri B., Egodawatta P., McGree Y., Goonetilleke A. Process variability of pollutant build-up on urban road surfaces // Science of the Total Environment. 2015. V. 518–519. Pp. 434–440.
  20. Гаррельс Р. М., Крайст Ч. Минералы, равновесия. – М.: Мир, 1968. 368 с.
  21. Li Y., Lau S.-L., Kayhanian M., Stenstrom M. K. Particle size distribution in highway runoff // Journal of Environmental Engineering. 2005. № 9. P. 1276.
  22. Роев Г. А., Юфин В. А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. – М.: Недра, 1987. 224 с.
  23. Гогина Е. С., Саломеев В. П., Побегайло Ю. П. Решение проблемы очистки сточных вод от автомоек и транспортных предприятий // Вестник МГСУ. 2012. № 12. С. 166–176.
  24. Чечевичкин А. В. Проектирование и применение локальных очистных сооружений поверхностного стока на основе фильтров ФОПС®. – СПб.: Любавич, 2017. 176 с.
  25. Пат. 160669, РФ. МПК В01Д 27/00, Е03Ф 5/14. Фильтрующий патрон для очистки поверхностных сточных вод / Чечевичкин А. В., Чечевичкин В. Н. // Изобретения. Полезные модели. 2016. № 9.
  26. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2015. 146 с.
  27. Михайлов Д. М., Синькевич Т. А., Пашковский Д. О. Создание автоматизированной информационной системы учета атмосферных осадков // Вода Magazine. 2016. № 3 (103). С. 12–15.

#### REFERENCES

1. Manuilov M. B., Moskovkin V. M. [Effect of surface runoff (rain and melt water) on the ecological and technogenic situation in cities]. *Voda i Ekologiya*, 2016, no. 2, pp. 35–47. (In Russian).
2. Chechevichkin V. N., Vatin N. I. [Specific features of the composition and treatment of surface runoff in big cities]. *Inzhenerno-Stroitel'nyi Zhurnal*, 2014, no. 6, pp. 67–74. (In Russian).
3. Probirskii M. D., Rublevskaya O. N., Kim A. N., Ivanenko I. I. [Prospects of surface runoff disposal and treatment in Saint-Petersburg]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2015, no. 6, pp. 32–40. (In Russian).
4. Dakhova O. O., Khugunaev V. M., Kupovykh G. V. [Chemical and physical pollution of urban ecosystems by motor transport]. *Izvestiya Vuzov. Severo-Kavkazskii Region. Estestvennye Nauki*, 2016, no. 4, pp. 67–72. (In Russian).
5. Veremeev A. M., Tomilov A. A., Ruchnikova O. N. [Surface runoff from highways]. *Stroitel'stvo i Arkhitektura. Opyt i Sovremennyye Tekhnologii*, 2016, no. 6, pp. 393–402. (In Russian).
6. Pshenin V. N., Kovalenko V. I. [Pollution of storm runoff from highways]. *Vestnik INZHEKONA*, 2007, no. 6 (19), pp. 140–145. (In Russian).
7. Huber M., Welker A., Helmreich B. Critical review of heavy metal pollution of traffic area runoff: Occurrence, influencing factors, and partitioning. *Science of the Total Environment*, 2016, v. 541, pp. 895–919.
8. Glukhov V. V., Lazarev Iu. G., Chechevichkin A. V., Iakunin L. A. [Surface runoff from highways]. *Dorozhnaia Derzhava*, 2019, no. 89, pp. 86–89. (In Russian).
9. Shagidullin A. R., Sizov A. N., Shagidullina R. A. [Updating the methods for calculating the emission rate of harmful substances by motor transport while driving along city streets]. *Rossiiskii Zhurnal Prikladnoi Ekologii*, 2015, no. 1, pp. 58–63. (In Russian).
10. Ziazina T. V., Zherdev V. N. [Problems of pollution of children's recreational yard areas with vehicle emissions while using yard areas for parking cars]. *Global'nyi Nauchnyi Potentsial. Prirodopol'zovanie i Regional'naya Ekonomika*, 2017, no. 3 (72), pp. 74–79. (In Russian).
11. Tre't'iyak L. N., Vol'nov A. S., Strel'nikov A. V. *O vozmozhnykh putyakh resheniya problem otsenki ekologicheskoi bezopasnosti v mestakh stoianok i parkovok avtotransporta v Orenburge* [On possible ways to solve the problem of assessing environmental safety of parking areas in Orenburg. Book of reports of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Regional problems of geology, geography, technosphere and environmental safety», Orenburg, Poliart Publ., 2019, 345 p.].

12. Iurchenko V. A., Mel'nikova O. G. [Oil products emitted by road infrastructure complexes]. *Vestnik KHNADU*, 2014, v. 64, pp. 134–139. (In Russian).
13. Sister V. G., Mitashova N. I., Kol'tsova E. S. [Removal of oil products from parking area runoff]. *Izvestiia MGTU «MAMI»*, 2014, v. 3, no. 2 (20), pp. 76–83. (In Russian).
14. Iurchenko V. A., Mel'nikova O. G., Bakhareva A. Iu., Iachnik M. V. [Study of the mechanical treatment of storm runoff generated at the facilities of the auto-road complex]. *Vostochno-Evropeiskii Zhurnal Peredovykh Tekhnologii*, 2015, no. 6/6 (78), pp. 71–77. (In Russian).
15. Krasnogorskaia N. N., Musina S. A., Ishmukhametova L. A. [Ecoparking as a way to reduce the negative impact of storm runoff in an urbanized area]. *Ekologicheskii Monitoring i Bioraznoobrazie*, 2016, no. 2 (12), pp. 70–73. (In Russian).
16. Gorodkov A. V., Kozonogina I. V. [On the study and assessment of the state of the eco-surroundings of the urban highways by the factor of road traffic pollution]. *Ekologicheskaja Bezopasnost' Stroitel'stva i Gorodskogo Khoziaistva*, 2017, no. 1 (17), pp. 53–59. (In Russian).
17. Chechevichkin V., Vatin N. Megacities land drainage and land runoff features and treatment. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, v. 641–642, pp. 409–415.
18. Vatin N. I., Grekov M. A., Leonov L. V., Probirskii M. D., Rublevskaia O. N., Chechevichkin A. V., Iakunin L. A. [The experience of year-round operation of FOPS® filter I the purification of surface runoff from technologically disturbed residential areas]. *Vodospobzhenie i Sanitarnaia Tekhnika*, 2018, no. 8, pp. 40–50. (In Russian).
19. Wyesiri B., Egodawatta P., McGree Y., Goonetilleke A. Process variability of pollutant build-up on urban road surfaces. *Science of the Total Environment*, 2015, v. 518–519, pp. 434–440.
20. Garrels R. M., Christ C. L. *Mineraly, ravnovesiia* [Minerals, equilibrium. Moscow, Mir Publ., 1968, 368 p.].
21. Li Y., Lau S.-L., Kayhanian M., Stenstrom M. K. Particle size distribution in highway runoff. *Journal of Environmental Engineering*, 2005, no. 9, pp. 1276.
22. Roev G. A., Iufin V. A. *Ochistka stochnykh vod i vtorichnoe ispol'zovanie nefteproduktov* [Wastewater treatment and reuse of oil products. Moscow, Nedra Publ., 1987, 224 p.].
23. Gogina E. S., Salomeev V. P., Pobegailo Iu. P. [Solving the problem of wastewater treatment from car washes and transport enterprises]. *Vestnik MGSU*, 2012, no. 12, pp. 166–176. (In Russian).
24. Chechevichkin A. V. *Proektirovanie i primenenie lokal'nykh ochistnykh sooruzhenii poverkhnostnogo stoka na osnove fil'trov FOPS®* [Designing and using local treatment facilities for surface runoff based on FOPS® filters. Saint-Petersburg, Liubavich Publ., 2017, 176 p.].
25. Chechevichkin A. V., Chechevichkin V. N. [Pat. 160669, RF. IPC B01D 27/00, E03F 5/14. Filtering cartridge for surface runoff treatment]. *Izobreteniia. Poleznye Modeli*, 2016, no. 9. (In Russian).
26. *Rekommendatsii po raschetu sistem sbora, otvedeniia i ochistki poverkhnostnogo stoka s selitebnykh territorii, ploshchadok predpriatii i opredeleniiu uslovii vypuska ego v vodnye ob'ekty* [Recommendations for designing the systems of collection, removal and treatment of the runoff from residential areas, industrial sites; and determining the conditions for its discharge into the water bodies. Moscow, NII VODGEO OJSC, 2015, 146 p.].
27. Mikhailov D. M., Sin'kevich T. A., Pashkovskii D. O. [Designing an automated information system for the registration of atmospheric precipitation]. *Voda Magazine*, 2016, no. 3 (103). pp. 12–15. (In Russian).

[ ПОДПИСКА ]

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!



Благодарим Вас за выбор журнала «Водоснабжение и санитарная техника».

Наш журнал основан в 1913 г. на первых этапах становления водопроводного дела в России. Мы с вами более 100 лет, и будем рады оставаться с Вами и в 2021 г.

Оформить подписку на ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Водоснабжение и санитарная техника» можно с любого месяца.

Подписаться на печатную и электронную версии журнала можно, отправив заявку в редакцию журнала в произвольной форме

**E-mail:** post@vstnews.ru, vst-msk@list.ru

**Тел.:** +7 (903) 520-85-29

Подписку можно оформить в ООО «Урал-Пресс».

Тел.: +7 (495) 789-86-36, <http://www.ural-press.ru/>

Подробнее на сайте: [www.vstnews.ru](http://www.vstnews.ru)

**В РОЗНИЧНУЮ ПРОДАЖУ ЖУРНАЛ НЕ ПОСТУПАЕТ.**

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
от 20 мая 1992 г. ПИ 01109, ISSN 0321-4044