

УДК 628.212.2/3

Результаты тестовой эксплуатации фильтра ФОПС® для очистки ливневого стока с селитебной территории Санкт-Петербурга

Н. И. ВАТИН¹, М. А. ГРЕКОВ², Л. В. ЛЕОНОВ³, М. Д. ПРОБИРСКИЙ⁴,
О. Н. РУБЛЕВСКАЯ⁵, А. В. ЧЕЧЕВИЧКИН⁶, Л. А. ЯКУНИН⁷

¹ Ватин Николай Иванович, доктор технических наук, директор Инженерно-строительного института, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

194064, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, тел.: (812) 552-79-03, e-mail: director@ice.spbstu.ru

² Греков Михаил Александрович, главный инженер, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
194064, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, тел.: (812) 297-20-45, e-mail: disgpu@spbstu.ru

³ Леонов Леонид Владимирович, главный специалист Департамента технологического развития и охраны окружающей среды,
ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»
191015, Россия, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., 42, тел.: (812) 447-92-62, e-mail: Leonov_LV@vodokanal.spb.ru

⁴ Пробирский Михаил Давидович, директор филиала «Водоотведение Санкт-Петербурга»,
ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

198184, Россия, Санкт-Петербург, остров Белый, 1, тел.: (812) 713-90-06, e-mail: Probirskiy_MD@vodokanal.spb.ru

⁵ Рублевская Ольга Николаевна, директор Департамента технологического развития и охраны окружающей среды,
ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»
191015, Россия, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., 42, тел.: (812) 438-43-45, e-mail: Rublevskaya_ON@vodokanal.spb.ru

⁶ Чечевичкин Алексей Викторович, генеральный директор ООО «Аква-Венчур»
195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 22, тел.: (812) 640-08-40, e-mail: 01@6400840.ru

⁷ Якунин Леонид Александрович, инженер, ООО «Аква-Венчур»
195220, Россия, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 22, тел.: (812) 640-08-40, e-mail: 77@6400840.ru

При проектировании очистных сооружений поверхностного стока с селитебных территорий возникают трудности с определением его состава и реальных концентраций загрязняющих веществ, необходимых для расчета. Целью работы была тестовая эксплуатация в реальных условиях фильтропатрона для очистки загрязненного поверхностного стока, поступающего в систему ливневой канализации с селитебной территории в весенне-летний период. Представлены результаты исследования состава поверхностного стока с селитебной территории и возможности его очистки при помощи фильтропатрона (фильтра ФОПС®-МУ). Показано,

что значительный вклад в загрязнение стока с селитебных территорий вносят автодороги. Основными загрязнителями являются взвешенные вещества, нефтепродукты, железо и марганец. Установлено, что при использовании фильтра ФОПС®-МУ достигается высокая эффективность очистки стока в течение всего периода испытаний (апрель – сентябрь) без потери штатной производительности.

Ключевые слова: селитебная территория, поверхностный сток, канализационный колодец, фильтропатрон, эффективность очистки.

В условиях городской застройки поверхностные сточные воды, формируемые из стоков с селитебных территорий и промышленных площадок, являются объектом постоянного загрязнения [1–5]. Считается, что сток с селитебных территорий менее загрязнен, чем сток с промышленных площадок [6; 7], однако в последнее время некоторые составляющие селитебных

территорий (внутриквартальные автодороги и примыкающие к ним территории парковок) подвергаются значительному и все более возрастающему негативному воздействию транспорта [4]. До недавнего времени негативное влияние автотранспорта рассматривалось преимущественно в плане загрязнения стока с автодорог [8–11], однако в связи с увеличением количества авто-

мобилей на селитебных территориях очистка поверхностного стока с них является крайне актуальной задачей.

При проектировании очистных сооружений поверхностного стока с селитебных территорий возникают трудности с определением состава стока и реальных концентраций загрязняющих веществ, необходимых для расчета. В СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85» рекомендуется использовать в расчетах значения концентраций взвешенных веществ, нефтепродуктов и БПК₅.

При проектировании очистных сооружений стоков с автодорог обязательными являются показатели содержания взвешенных веществ, нефтепродуктов и свинца [12]. В Рекомендациях [7] (и в их новой редакции [13]) предлагается учитывать те же показатели (БПК₂₀ вместо БПК₅) и ХПК.

Результаты исследований показали, что в стоках с селитебных территорий и площадок предприятий первой группы, кроме вышеописанных загрязнителей, содержатся также тяжелые металлы, СПАВ, иногда фенолы [4]. Для всех перечисленных веществ характерны широкие диапазоны колебаний концентраций, причем максимальные значения в некоторых случаях составляют от 100 до 200 ПДК на сброс.

Наиболее существенный вклад в загрязнение поверхностного стока с селитебных территорий вносят расположенные на них автодороги (за счет продуктов жизненного цикла автотранспорта – элементов изношенных покрышек и тормозной системы, топлива в его различных формах, омывающих и охлаждающих жидкостей, выхлопных газов и аэрозолей).

Показатель содержания нефтепродуктов в воде дает только общую характеристику, не отражая их физического состояния, которое является определяющим при выборе технологии очистки поверхностных сточных вод. Истинно растворимая в воде часть нефтепродуктов, как правило, невелика, а эмульгированная часть может быть довольно значительной и стабильной во времени. Так, высокодиспергированные формы нефтепродуктов могут длительное время [4] сохраняться в воде не расслаиваясь (особенно при наличии СПАВ или водорастворимой органики), что делает невозможным их очистку методом отстаивания и коалесценции. Кроме того, эмульгированные нефтепродукты в значительных количествах фиксируются на поверхности частиц взвешенных веществ, что может способствовать вторичному загрязнению сточных вод при нако-

плении больших масс осадков в отстойниках и элементах канализационных сетей.

Еще более интересная ситуация наблюдается с ионами тяжелых металлов. Весьма показательным примером является поступление в сток марганца и/или железа. Источниками поступления марганца в поверхностный сток с селитебных территорий служат сток с дорожных покрытий и инфильтрационно-дренажный сток.

В сток с дорожных покрытий марганец поступает в виде высокодисперсных частиц нерастворимого диоксида, который образуется главным образом при сгорании топлива, содержащего антидетонационные марганецодержащие добавки, например циклопентадиенилтрикарбонил (ЦТМ) и метилцикlopентадиенилтрикарбонил (МЦТМ). Продукты сгорания топлива с данными присадками представляют собой твердые аэрозоли углеродно-марганцевой природы с размером частиц 0,1–0,01 мкм, активные в электрохимическом отношении. По предварительной оценке, на один километр автодорожного полотна может выпадать от 20 до 200 г марганца в сутки в зависимости от интенсивности движения.

Железо поступает на полотно автодорог в основном при износе элементов тормозной системы (диски и колодки), а также коррозии силовых элементов кузова.

В некоторых случаях сток с селитебных территорий (с учетом его дополнительного инфильтрационного загрязнения) по составу приближается к стоку с полигонов твердых бытовых отходов [4].

Сорбционно-фильтрационные технологии являются наиболее простым и рентабельным подходом в решении проблем очистки больших объемов поверхностных сточных вод. Эти технологии малочувствительны к условиям проведения процесса, не требуют (или почти не требуют) электроэнергии и обеспечивают высокую эффективность очистки. Сорбционные и фильтрующие материалы, к которым можно отнести синтетические волокнистые материалы, активированные угли, торф, природные цеолиты, шунгиты и др., надежно фиксируют на своей поверхности практически все удаляемые из сточной воды загрязнения, что делает утилизацию этих материалов (вместе с загрязнениями), крайне простой и малозатратной – не более 5% от их стоимости.

Такие материалы, размещенные внутри удобных в эксплуатации контейнеров (фильтропатроны), оптимально утилизировать на полигонах отходов, что обеспечивает их длительное хра-

нение в теле полигона в условиях постепенной биодеградации имеющихся там загрязнителей без риска каких-либо выбросов и утечек. Одноразовое использование фильтрационно-сорбционных материалов является более предпочтительным, поскольку не создает сложностей с выгрузкой и утилизацией токсичных материалов, а также с процедурой их химической регенерации (большие объемы токсичных растворов, наличие специальной техники, возможность вторичного загрязнения окружающей среды и др.).

Сорбционно-фильтрационные технологии с экономической точки зрения наиболее эффективны именно как методы глубокой доочистки, т. е. окончательного доведения качества воды на выходе до соответствующих нормативов сброса. Их применение дает лучшие результаты в комбинации с современными технологиями предварительного отделения (предочистки) основного количества взвешенных частиц и эмульгированных нефтепродуктов в различного рода отстойниках и ловушках.

В настоящее время компактные фильтропатроны, размещаемые в канализационных колодцах, успешно применяются для очистки ливневого стока [14–18]. Так, в пособии для проектирования [16] подробно изложены все аспекты выбора и расчета этих фильтров, что вместе с рекомендациями [13] по организации очистки поверхностного стока создает необходимую базу для их широкого применения.

Вместе с тем доступной информации по практическому применению фильтропатронов на конкретных территориях с разным по составу поверхностным стоком недостаточно, что требует организации всесторонних натурных испытаний этих фильтров.

Целью работы была тестовая эксплуатация в реальных условиях фильтропатрона для очистки загрязненного поверхностного стока, поступающего в систему ливневой канализации с селитебной территории в весенне-летний период.

Для тестовой эксплуатации был взят фильтрующий патрон ФОПС®-МУ, серийно производимый в Санкт-Петербурге. В экспериментах использовали фильтр диаметром 0,58 м и высотой 1,8 м, который разместили в дождеприемном колодце сети ливневой канализации на селитебной территории. Одноразовый фильтр ФОПС®-МУ в едином неразборном корпусе из полипропилена заполнен углеродными сорбционными и фильтрующими материалами. Размещение фильтра на глубину 500 мм от дождеприемной решетки производилось при помощи разборного кольца ОК-1,0-0,58-РА (выпускается серийно),

которое монтировалось в колодце через его горловину без демонтажа люка.

На рис. 1 представлена схема канализационного колодца с установленным в него фильтром ФОПС®-МУ, на рис. 2 – часть территории водосбора, а также внешний вид фильтра ФОПС®-МУ с разборным опорным кольцом перед установкой их в колодец.

В качестве объекта, на котором проводилась тестовая эксплуатация, была выбрана селитебная территория общей площадью 0,35 га с поверхностью водосбора, включающей асфальтовое по-

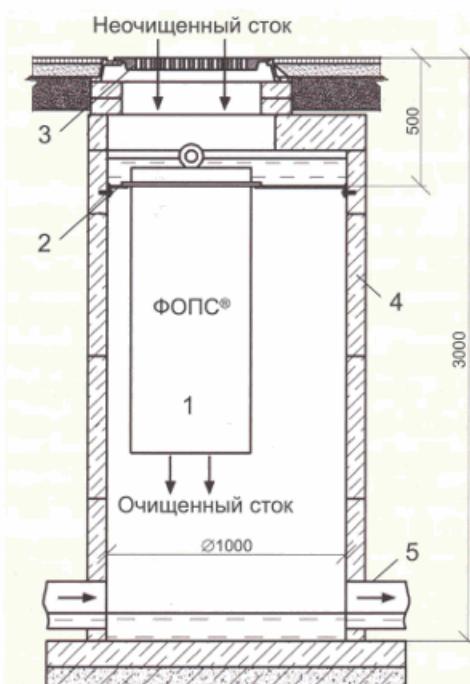


Рис. 1. Канализационный колодец с установленным фильтром ФОПС®-МУ

1 – фильтр ФОПС®-МУ; 2 – разборное опорное кольцо; 3 – дождеприемная решетка канализационного колодца; 4 – канализационный колодец; 5 – трубопровод отведения стока



Рис. 2. Внешний вид фильтра ФОПС®-МУ и разборного опорного кольца перед установкой их в канализационный колодец

крытие автодороги, тротуаров и автопарковок, а также газоны и кровлю зданий. Дорога на выбранной территории имела поворот, который являлся причиной торможения автотранспорта на подъезде к нему с обеих сторон. Максимальная интенсивность движения составляла 120 машин в час весной и 70 – летом, что, в соответствии с СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85», позволяет отнести автодорогу к IV категории (200–2000 машин в сутки). На проезжую часть дороги, т. е. непосредственно в водосток к колодцу, постоянно попадали листья, соцветия и плоды с деревьев, а также скошенная трава с газонов. На дороге регулярно проводились поливомоечные мероприятия с целью сбора песка, листьев и мусора к обочине.

Рядом с колодцем, в котором находился изучаемый фильтр ФОПС®-МУ, был расположен другой дождеприемный колодец, выполнивший роль байпаса во время интенсивных дождей.

Объем прошедшего через фильтр поверхностного (ливневого) стока составил около 805 м³. Он был рассчитан в соответствии с указаниями СП 32.13330.2012 и Рекомендациями [13] на основе данных о количестве выпавших за период испытаний (апрель – сентябрь) осадков, принятых согласно [19] при условии отведения на очистку 70% объема стока (ввиду наличия рядом колодца байпаса).

Оценка возможности и целесообразности использования фильтра ФОПС®-МУ для очистки загрязненного поверхностного стока заключалась в определении исходных (до фильтра) и конечных (после фильтра) концентраций значимых загрязнителей и расчете эффективности очистки по этим показателям. Определение качества воды до и после фильтра производили 1–2 раза в месяц в процессе непрерывной работы в апреле – сентябре 2016 г.

Эффективность очистки η определяли по формуле:

$$\eta = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \cdot 100\%,$$

где C_0 , C_i – концентрации загрязнителя до и после фильтра соответственно, мг/дм³.

Отбор проб до и после фильтра осуществлялся методом вакуумного отсоса из специальных отсеков, расположенных на верхней и нижней частях фильтра ФОПС®-МУ, с помощью передвижного вакуумного устройства. Было установлено, что данная методика позволяет отобрать не менее 10 л воды с глубины около 6 м за одну операцию.

Реальный расход воды, прошедшей через фильтр, измеряли также с помощью вакуумного устройства (параллельно с отбором проб). Данную процедуру измерения проводили только с целью установления факта соответствия реальной производительности фильтра ФОПС®-МУ заявленной рабочей (штатной) согласно техническому паспорту. Было установлено, что на протяжении всего периода испытаний реальная (измеренная) рабочая производительность фильтра ФОПС®-МУ находилась в диапазоне 2–4 м³/ч (0,6–1,1 л/с) при интенсивных дождях, когда избыток воды сливался в соседний, расположенный рядом, байпасный колодец (без фильтра). При этом фильтр ФОПС®-МУ работал в напорном режиме, высота слоя воды над ним (при сливе избытка в соседний колодец) составляла 0,5 м.

Характеристики воды до очистки на выбранном для изучения объекте представлены в таблице и свидетельствуют о значительном загрязнении ливневого стока взвешенными веществами, нефтепродуктами и железом, а также об умеренном загрязнении анионными СПАВ, марганцем и органическими веществами (ХПК и БПК₅).

Характер загрязнений и их количество свидетельствуют о том, что основным фактором загрязнения на данной территории является автотранспорт (автомобили, непосредственно проезжающие по дороге, а также оставленные на парковочных местах).

Максимальная интенсивность движения на дороге составила 120 автомобилей в час, максимальное количество машин на парковочных местах за один рабочий день – 20, причем они находились на парковке только в дневное время (6–8 часов). Наличие поворота на дороге способствовало торможению автотранспорта с

Показатель	Максимальная концентрация загрязняющих веществ		Норматив для сброса в централизованную дождевую систему водоотведения, мг/дм ³
	мг/дм ³	кратность превышения ПДК	
Взвешенные вещества	900	157	5,75
Нефтепродукты	21	420	0,05
Анионные СПАВ	1,9	19	1
ХПК	654	22	30
БПК ₅	302	151	2
Железо общее	5,1	51	0,1
Марганец	0,39	39	0,01

обеих сторон, что привело к значительному поступлению продуктов разрушения покрышек, тормозных колодок и дисков автомобилей (железо, взвешенные вещества). Нефтепродукты и анионные СПАВ поступали не только непосредственно от движущихся автомобилей, но и попадали на проезжую часть с парковок. Марганец поступал в основном с выхлопными газами в виде MnO_2 , являющегося конечной формой при сгорании антидетонационных марганецодержащих добавок, таких как ЦТМ и МЦТМ.

Одним из возможных источников поступления анионных СПАВ в ливневый сток является пыльца и смолоподобные вещества (из почек деревьев). Это предположение подтверждают максимальные значения этого показателя в исходной воде, зафиксированные в мае (во время распускания листьев и начала цветения), а также повышенное пенообразование воды в исследуемый период, которое не наблюдалось в другое время.

Исходные концентрации загрязняющих веществ на входе в фильтр, регистрировавшиеся в данной работе в течение периода испытаний и представленные в таблице и на рис. 3, свидетельствуют о достаточно большой нагрузке на фильтр ФОПС®-МУ.

Исходные концентрации всех контролируемых загрязняющих веществ (кроме взвешенных веществ и марганца) имеют тенденцию к снижению в течение весенне-летнего периода. По-видимому, это связано с отмывкой водоемов поверхностей (асфальтовые покрытия и газоны) от накопившихся на них в течение зимнего периода водорастворимых загрязнителей. Колебания исходных концентраций (до фильтра) взвешенных веществ и марганца связаны с постоянным и случайным поступлением их на контролируемый участок селитебной территории (преимущественно от автотранспорта).

Эффективность очистки по нефтепродуктам, марганцу и взвешенным веществам за период испытаний уменьшилась незначительно. Это свидетельствует о том, что фильтры ФОПС®-МУ имеют определенный запас сорбционно-фильтрационной способности, т. е. продолжительность эффективной работы фильтра не исчерпывается периодом проведения испытаний, и он может использоваться для дальнейшей работы. Высокая эффективность очистки по иону марганца, наблюдавшаяся в течение всего периода испытаний, свидетельствует о нахождении этого иона в виде органических комплексов.

В конце тестовой эксплуатации с верхней решетки фильтра ФОПС®-МУ были выгружены

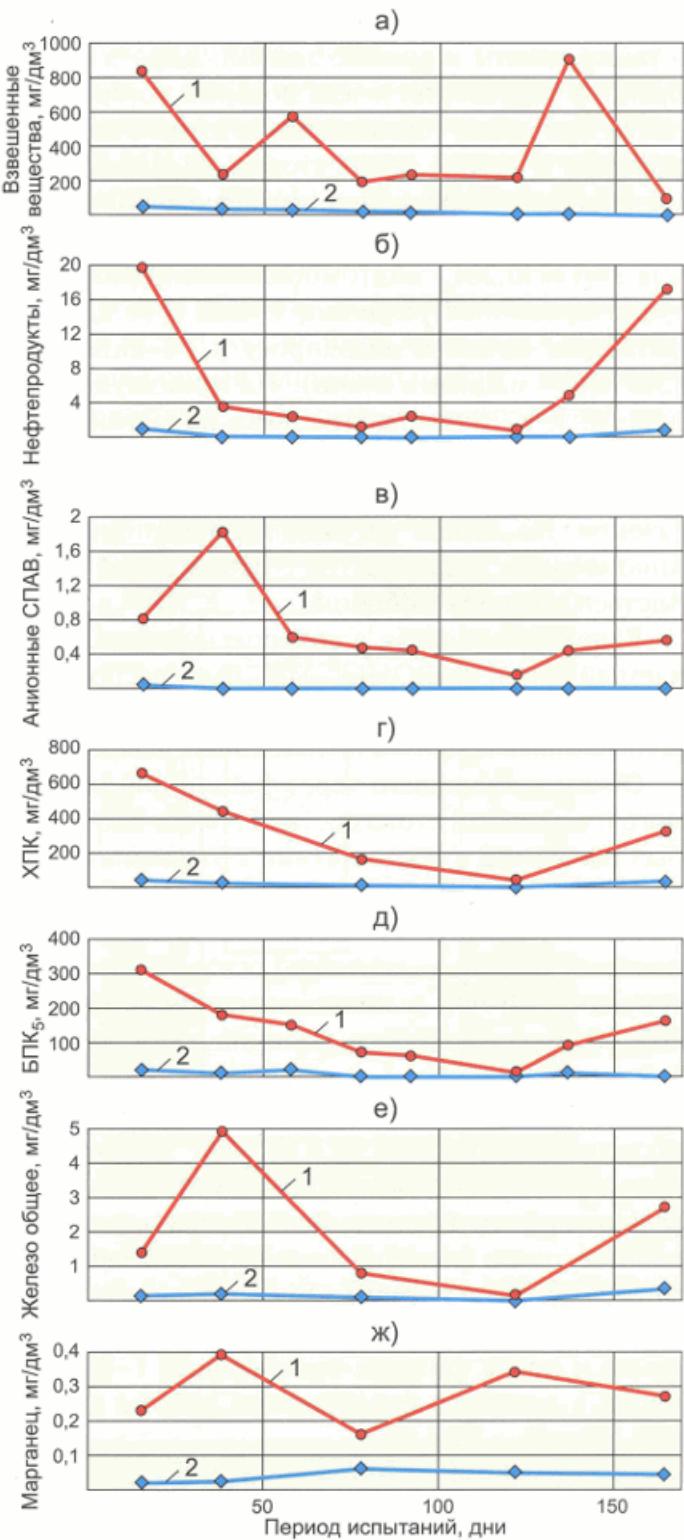


Рис. 3. Изменение показателей качества сточных вод
1 – до фильтра; 2 – после фильтра; а – взвешенные вещества; б – нефтепродукты; в – анионные СПАВ; г – ХПК; д – БПК₅; е – железо; ж – марганец

крупный мусор и грязь, осевшие на ней (в количестве около 4,4 кг по сухому веществу). Массы, скопившиеся на решетке, состояли главным образом из песка, листьев, веток деревьев, соцветий, семян, травы, а также небольшого количества фаунистических остатков (дождевых червей и насекомых) и бытового мусора.

Выводы

- Поверхностный (ливневый) сток с селитебной территории, для очистки которого использовали фильтр ФОПС®-МУ, имел высокую загрязненность по взвешенным веществам (до 900 мг/дм³), нефтепродуктам (до 21 мг/дм³), БПК₅ (до 302 мг/дм³), ХПК (до 654 мг/дм³), а также умеренную загрязненность по анионным СПАВ (до 1,9 мг/дм³), железу общему (до 5,1 мг/дм³) и марганцу (до 0,39 мг/дм³).
- В процессе тестовой эксплуатации в течение шести месяцев фильтр ФОПС®-МУ показал высокую эффективность очистки поверхностных (ливневых) сточных вод: по взвешенным веществам – не менее 92%, нефтепродуктам – не менее 90%, анионным СПАВ – не менее 67%, ХПК – не менее 75%, БПК₅ – не менее 78%, железу общему – не менее 50%, марганцу – не менее 95%.
- При тестовой эксплуатации фильтр ФОПС®-МУ обеспечил очистку поверхностного стока с селитебной территории общей площадью 0,35 га в объеме около 805 м³ в соответствии с требованиями для сброса в ливневую канализационную сеть Санкт-Петербурга.
- Максимальная производительность фильтра ФОПС®-МУ на протяжении всего периода испытаний не снижалась менее его штатной (параспортной) производительности 2 м³/ч (0,6 л/с), несмотря на значительное накопление на входе в фильтр мусора и листьев (4,4 кг).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Chechovichkin V., Vatin N. Megacities land drainage and land runoff features and treatment // Applied Mechanics and Materials. 2014. V. 641–642. P. 409–415.
- Дикаревский В. С., Курганов А. М., Нечеев А. П., Алексеев М. И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. – Л.: Стройиздат, 1990. 224 с.
- Молоков М. В., Шифрин В. Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. – М.: Стройиздат, 1977. 104 с.
- Чечевичкин В. Н., Ватин Н. И. Особенности состава и очистки поверхностного стока крупных городов // Инженерно-строительный журнал. 2014. № 6. С. 67–74.
- Andrianova M. Ju., Vorobjev K. V., Lednova Ju. A., Chusov A. N. A short-term model experiment of organic pollutants treatment with aquatic macrophytes in industrial and municipal waste water // Applied Mechanics and Materials. 2014. V. 587–589. P. 653–656.
- Алексеев М. И., Курганов А. М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. – М.: Издательство АСВ, 2000. 352 с.
- Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М., ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2006. 60 с.
- Леонов Е. А., Михайлова М. С. Проблемы очистки сточных вод с поверхности автомобильных дорог на примере кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга // Жизнь и безопасность. 2002. № 3. С. 280–286.
- Пшенин В. Н., Коваленко В. И. Загрязнение ливневых стоков с автомобильных дорог // Вестник ИНЖЭКОНа. 2007. № 6 (19). С. 140–145.
- Пшенин В. Н., Бутянов М. С. Характер загрязнения ливневых стоков с автомобильных дорог // Экология производства. 2012. № 11 (100). <http://www.ecoindustry.ru/magazine/archive/viewdoc/2012/11/2724.html> (дата обращения 1.11.2016).
- Бутянов М. С., Пшенин В. Н. Ливневые стоки с автомобильных дорог // Дорожная держава. 2013. № 48. С. 72–75.
- Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. – М., Федеральный дорожный департамент Министерства транспорта РФ, 1995. 127 с.
- 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.
- Норман Л. В., Выскубова Е. Н. Очистка поверхностных сточных вод: Научные труды КубГТУ. 2016. № 2. <http://ntk.kubstu.ru/file/825> (дата обращения 1.11.2016).
- Бобков А. В., Бобкова О. А. Очистка загрязненных ливнестоков на мостах автомобильных дорог // Дороги и мосты. 2010. № 24. С. 231–247.
- Чечевичкин А. В. Технические указания по подбору, проектированию и применению локальных очистных сооружений на основе фильтров ФОПС® для очистки поверхностных (ливневых) сточных вод. – СПб.: Премиум Пресс, 2014. 213 с.
- Михайлов А. В., Ким А. Н., Продоус О. А., Графова Е. О., Рублевская О. Н. Водоотведение и очистка поверхностного стока на торфяных фильтрах. – СПб.: Издательство «Сборка», 2014. 134 с.
- Чечевичкин В. Н., Ватин Н. И. Экономичная очистка поверхностного стока в крупных городах // Еврострой-профи. 2015. № 78. С. 48–52.
- Архив фактической погоды. Официальный интернет-сайт ФГБУ «Гидрометцентр России». <http://meteoinfo.ru/archive-pogoda/russia/leningrad-region/sankt-peterburg> (дата обращения 1.11.2016).

SURFACE RUNOFF TREATMENT

Results of the test operation of FOPS® filter for treatment of stormwater runoff from residential areas in St. Petersburg

N. I. VATIN¹, M. A. GREKOV², L. V. LEONOV³, M. D. PROBIRSKII⁴,
O. N. RUBLEVSKAIA⁵, A. V. CHECHEVICHKIN⁶, L. A. IAKUNIN⁷

¹ Vatin Nikolai Ivanovich, Doctor of Engineering, Director, Institute of Civil Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

29 Politekhnicheskaya St., 194064, St. Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 552-79-03, e-mail: director@ice.spbstu.ru

² Grekov Mikhail Aleksandrovich, Chief Engineer, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

29 Politekhnicheskaya St., 194064, St. Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 297-20-45, e-mail: disgpu@spbstu.ru

³ Leonov Leonid Vladimirovich, Chief Specialist, Department for Technological Development and Environmental Protection, SUE «Vodokanal of St. Petersburg»

42 Kavalergardskaia St., 191015, St. Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 447-92-62, e-mail: Leonov_LV@vodokanal.spb.ru

⁴ Probirskii Mikhail Davidovich, Director, Wastewater Disposal Branch, SUE «Vodokanal of St. Petersburg»

1 Bely Island, 198184, St. Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 713-90-06, e-mail: Probirskiy_MD@vodokanal.spb.ru

⁵ Rublevskaia Ol'ga Nikolaevna, Director, Department for Technological Development and Environmental Protection, SUE «Vodokanal of St. Petersburg»

42 Kavalergardskaia St., 191015, St. Petersburg, Russian Federation, tel.: +7 (812) 438-43-45,
e-mail: Rublevskaya_ON@vodokanal.spb.ru

⁶ Chechevichkin Aleksei Viktorovich, General Director, «Aqua-Venture», LLC

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

⁷ Iakunin Leonid Aleksandrovich, Engineer, «Aqua-Venture», LLC

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

In the process of designing facilities for the treatment of surface runoff from residential areas certain difficulties arise with determining the composition and actual concentrations of pollutants required for the calculations. The task of the work was testing the operation on-site of a filter cartridge for the purification of polluted surface runoff flowing into the storm sewer from the residential area during the spring-summer period. The results of the study of the composition of surface runoff from the residential area and possible treatment with the use of a filter cartridge (FOPS®-MU) are presented. It is shown that highways contribute much to the pollution of the surface runoff from the residential areas. The main pollutants are suspended solids, oil products, iron and manganese. It is stated that the use of FOPS®-MU filter provides for the high efficiency of the surface runoff treatment during the entire period (April – September) without any losses of the nominal capacity.

Key words: residential area, surface runoff, sewer manhole, filter cartridge, treatment efficiency.

REFERENCES

1. Chechevichkin V., Vatin N. Megacities land drainage and land runoff features and treatment. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, v. 641–642, pp. 409–415.
2. Dikarevskii V. S., Kurganov A. M., Nechaev A. P., Alekseev M. I. *Otvedenie i ochistka poverkhnostnykh stochnykh vod* [Surface runoff disposal and treatment]. Leningrad, Stroizdat Publ., 1990, 224 p.].
3. Molokov M. V., Shifrin V. N. *Ochistka poverkhnostnogo stoka s territorii gorodov i promyshlennykh ploshchadok* [Treatment of surface runoff from urban areas and industrial sites]. Moscow, Stroizdat Publ., 1977, 104 p.].
4. 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).
5. Andrianova M. Ju., Vorobjev K. V., Lednova Ju. A., Chusov A. N. A short-term model experiment of organic pollutants treatment with aquatic macrophytes in industrial and municipal waste water. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, v. 587–589, pp. 653–656.
6. Alekseev M. I., Kurganov A. M. *Organizatsiya otvedeniia poverkhnostnogo (dozhddevogo i talogo) stoka s urbanizirovannykh territorii* [Arrangement of surface (rainwater and snowmelt) runoff from urbanized areas disposal]. Moscow, ASV Publ., 2000, 352 p.].
7. *Rekomendatsii po raschetu sistem sbora, otvedeniia i ochistki poverkhnostnogo stoka s selitebnykh territorii, ploshchadok predpriiatii i opredelenii uslovii vypuska ego v vodnye ob'ekty* [Recommendations on calculating the systems of collection, disposal and treatment of surface runoff from residential areas, industrial sites; and determining the conditions of its discharge into water bodies]. Moscow, FGUP «NII VODGEO» Publ., 2006, 60 p.].
8. Leonov E. A., Mikhailova M. S. [Problems with treatment of surface runoff from highways by the example of the belt road around Saint-Petersburg]. *Zhizn'i Bezopasnost'*, 2002, no. 3, pp. 280–286. (In Russian).
9. Pshenin V. N., Kovaleenko V. I. [Pollution of stormwater runoff from highways]. *Vestnik INZHEKONA*, 2007, no. 6 (19), pp. 140–145. (In Russian).

10. Pshenin V. N., Butianov M. S. [The form of pollution of stormwater runoff from highways]. *Ekologiya Proizvodstva*, 2012, no. 11 (100). <http://www.ecoindustry.ru/magazine/archive/viewdoc/2012/11/2724.html> (accessed 1.11.2016). (In Russian).
11. Butianov M. S., Pshenin V. N. [Stormwater runoff from highways]. *Dorozhnaia Derzhava*, 2013, no. 48, pp. 72–75. (In Russian).
12. *Rekomendatsii po uchetu trebovaniii po okhrane okruzhaiushchei sredy pri proektirovaniii avtomobil'nykh dorog i mostovykh perekhodov* [Recommendations on incorporation of environmental protection requirements in designing highways and bridge crossings. Moscow, Federal Road Department of the RF Ministry of Transport Publ., 1995, 127 p.].
13. *Rekomendatsii po raschetu sistem sbora, otvedeniia i ochistki poverkhnostnogo stoka s selitebnykh territorii, ploshchadok predpriiatii i opredeleniiu uslovii vypuska ego v vodnye ob "ekty* [Recommendations on calculating the systems of collection, disposal and treatment of surface runoff from residential areas, industrial sites; and determining the conditions of its discharge into water bodies. Moscow, «NII VODGEO» OJSC Publ., 2015. 146 p.].
14. Norman L. V., Vyskubova E. N. [Surface runoff treatment]. *Nauchnye trudy KubGTU*, 2016, no. 2. <http://ntk.kubstu.ru/file/825> (accessed 1.11.2016). (In Russian).
15. Bobkov A. V., Bobkova O. A. *Ochistka zagiaznennykh livnestokov na mostakh avtomobil'nykh dorog* [Treatment of polluted stormwater from highway bridges]. *Dorogi i Mosty*, 2010, no. 24, pp. 231–247. (In Russian).
16. Chechovichkin A. V. *Tekhnicheskie ukazaniia po podboru, proektirovaniyu i primeneniiu lokal'nykh ochistnykh sooruzhenii na osnove fil'trov FOPS® dlja ochistki poverkhnostnykh (livnevykh) stochnykh vod* [Technical Instructions on the selection, design and use of local treatment facilities based on FOPS® filters for surface (stormwater) runoff. St. Petersburg, Premium Press Publ., 2014, 213 p.].
17. Mikhailov A. V., Kim A. N., Prodous O. A., Grafova E. O., Rublevskaya O. N. *Vodootvedenie i ochistka poverkhnostnogo stoka na torfianykh fil'trakh*. [Surface runoff disposal and treatment in peat filters. St. Petersburg, Sborka Publ., 2014, 134 p.].
18. Chechovichkin V. N., Vatin N. I. [Cost effective treatment of surface runoff in big cities]. *Evrostroi-Profi*, 2015, no. 78. pp. 48–52. (In Russian).
19. *Arkhiv fakticheskoi pogody. Ofitsial'nyi internet-sait FGBU «Gidrometsentr Rossii»* [Actual weather archive. Statutory Internet site of Hydrometeorological Centre of Russia FSBI:<http://meteoinfo.ru/archive-pogoda/russia/leningrad-region/sankt-peterburg> (accessed 1.11.2016)].