

11. Нейко І.С. Лісова генетична компонента як основа ключових територій екологічної мережі Східного Поділля / І.С. Нейко, О.В. Мудрак // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – Житомир. – 2009. – Випуск №2 (25). – С. 170–174.
12. Нейко І.С. Теоретико-методологічні аспекти оцінювання лісових ландшафтів у структурі екологічної мережі Поділля / І.С. Нейко, О.В. Мудрак // Агроекологічний журнал. – 2009. – червень. – С. 219–222.
13. Нейко І.С. Перспективи використання досягнень лісової типології у контексті розбудови національної екологічної мережі / І.С. Нейко // Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.05. – С. 40-47.
14. Розбудова екомережі України / Науковий редактор академік НАН України Ю.П. Шеляг-Сосонко. – К., 1999. – 127 с.
15. Формування регіональних схем екомережі (методичні рекомендації) / За ред. Шеляга-Сосонка Ю.П. – К: Фітосоціоцентр, 2004. – 71 с.
16. www.vineco.gov.ua. – офіційний сайт Государственного управления охраны окружающей естественной среды в Винницкой области.
17. <http://www.necu.org.ua/ekonet/> – офіційний сайт Национального экологического центра Украины.

Матеріал поступив в редакцію 21.02.12

ELISAVENKO Yu.A., MUDRAK A.V. Regional ecological network of Vinnytsia region as basis of optimization of environment

The article is devoted the problems of forming of regional econet of the Vinnitsya region as bases of optimization of natural environment. Basic strategies are selected and the basic going is offered near its alteration.

УДК 628.33

Мажейкене А.Б., Швядене С.И., Халецкий В.А.

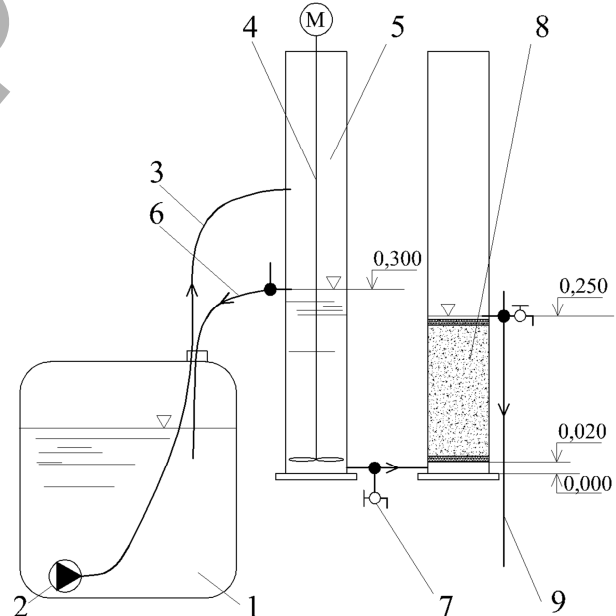
ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ ВОДОСТОКОВ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Введение. Охрана окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов приобретают в наши дни исключительное значение. С расширением урбанизированных территорий, ростом автомобильных потоков приобретают большую остроту экологические проблемы загрязнения городских ливневых водостоков. В Литовской Республике, как и во многих других странах, весьма актуальна проблема загрязнения водоёмов нефтепродуктами. Эта проблема осознана специалистами, попытки её решения предпринимаются последние 15-20 лет. На сегодняшний день в Литве имеются несколько тысяч объектов, где хранятся опасные для окружающей среды нефтепродукты; общая площадь, которую они занимают, составляет 600-700 га. Важность разработки новых методов очистки городских ливневых водостоков и определения их эффективности и экономической целесообразности отмечается многими авторами [1–5]. По данным Вильнюсского регионального департамента охраны окружающей среды лишь 30% городских ливневых водостоков очищаются до требуемых норм. Основным загрязнителем ливневых водостоков являются нефтепродукты (НП) [6–9]. Большой эффект очистки достигается при фильтровании ливневых водостоков через сорбирующий материал в оптимальных условиях, которых производители обычно не указывают, так как испытывают сорбенты в статических условиях. Реально скорость движения потока и время пребывания стоков на фильтровочном материале имеет большое влияние на эффективность очистки.

Авторами исследована возможность применения натуральных и синтетических сорбентов как материала для очистки фильтрацией ливневых водостоков от нефтепродуктов.

Методика исследования. Экспериментальные исследования сорбционных свойств цеолитов проводились в научной лаборатории Вильнюсского технического университета имени Гедиминаса. С этой целью был смонтирован экспериментальный стенд, в состав которого входил бак ёмкостью 50 л. В нём 1 л бензина и 2 л дизельного топлива смешивались с 40 л грунтовой воды и при помощи насоса поднимались в цилиндр диаметром 0,105 м (см. рис.1). Далее при помощи механической мешалки смесь перемешивалась и перемещалась в другой цилиндр (высотой 0,2 м), заполненный слоем цеолита.

Исследуемый цеолит доставлен в Литву из Закарпатской области Украины (Сокирницкий цеолитовый завод). В экспериментальных исследованиях использовались три фракции цеолита с диаметром гранул 0,63–1,0 мм, 1,5–2,2 мм и 2,5–3,0 мм. Цеолит перед испытанием промывали водой и сушили при температуре 105°C. Скорость фильтрации поддерживали 2,0 м/ч. Цикл фильтрования заканчивали, когда в фильтрате повышалась концентрация нефтепродуктов. Концентрацию нефтепродуктов определяли каждый час в воде перед фильтром и в фильтрате.



1 – пластиковый бак; 2 – насос; 3 – загрязнённая нефтепродуктами вода; 4 – механическая мешалка; 5 – цилиндр; 6 – водоотведение излишка; 7 – кран для отбора проб; 8 – фильтрующий слой; 9 – отвод фильтрата

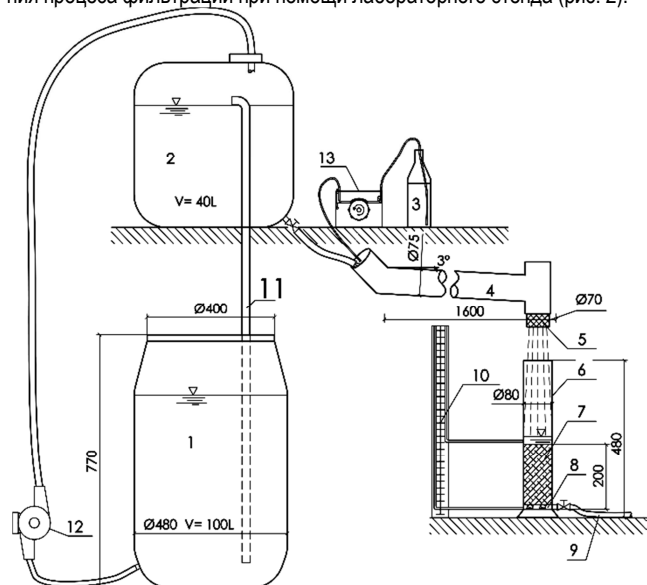
Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Мажейкене Аушра Броневна, доцент кафедры водного хозяйства Вильнюсского технического университета Гедиминаса, г. Вильнюс, Литовская Республика.

Швядене Сигита Ионовна, заведующая экологической лаборатории ЗАО «Гринда», лектор Вильнюсской коллегии, г. Вильнюс, Литовская Республика.

Халецкий Виталий Анатольевич, доцент кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного университета, г. Брест, Республика Беларусь.

По окончании эксперимента с исследованием цеолитов, были произведены поиски материала для фильтрации среди синтетических импортных сорбентов. Для эксперимента выбраны продукты Fibroil™, Duck™ и Reodny™ (Чехия). Эффективность очистки водостоков от нефтепродуктов в этих случаях определялась методом моделирования процесса фильтрации при помощи лабораторного стенда (рис. 2).



1 – сосуд для водостоков; 2 – бак; 3 – сосуд с дизтопливом; 4 – труба для подачи загрязненных водостоков на фильтр; 5 – ситец; 6 – цилиндр фильтрования; 7 – фильтровочный материал; 8 – слой брусчатки для поддержки сорбента; 9 – гибкая труба для отбора проб; 10 – пьезометр; 11 – труба для отвода лишнего стока; 12 – насос; 13 – насос для дозирования дизтоплива

Рис. 2. Модель фильтровочной установки

Как видно на схеме, сточная вода содержалась в баке (1), ёмкостью 100 л, откуда при помощи насоса (12) непрерывно поднималась в бак (2), ёмкостью 50 л, в котором вода находилась на постоянном уровне с целью поддержания постоянной скорости водостока при выходе. Нужная концентрация НП при поступлении водостока на фильтр достигалась дозированием дизельного топлива класса С (CAS Nr. 68334-30-5) при помощи перистальтического насоса (13). Для полной гомогенизации смеси вода–дизельное топливо в 1,6 м трубе (4) были изготовлены специальные препятствия. Скорости потоков регулировались при помощи кранов.

Концентрация нефтепродуктов в потоке, поступающем на фильтр, и фильтрате определялась методом ИК спектрофотометрии [10]. При помощи дозатора концентрация НП в поступающем потоке поддерживалась около 50 мг/л, так как такая концентрация чаще всего встречается в ливневых водостоках с улиц, автострад, территорий автосервисов и автозаправочных [11, 12].

Количество НП в поступающем на стенд потоке ($НП_{пост}$) было рассчитано по формуле (1), количество удаленных с водостоков нефтепродуктов ($НП_{уд}$) – по формуле (2), количество удаленных нефтепродуктов 1 г сорбента (СГ) – по формуле (3), а эффективность удаления нефтепродуктов с водостоков определялась по формуле (4).

$$НП_{пост} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot Q_i \cdot \Delta t_i, \text{ мг} \quad (1)$$

$$НП_{уд} = \sum_{i=1}^n (P_i - F_i) \cdot Q_i \cdot \Delta t_i, \text{ мг} \quad (2)$$

$$СГ = \frac{НП_{уд}}{1000 \cdot m_{сорб}}, \text{ г НП / г} \quad (3)$$

$$\eta = \frac{НП_{уд}}{НП_{пост}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где P_i – концентрация НП в потоке, поступающем на фильтр, за фиксированный интервал времени, мг/л; Q_i – дебет водостока за тот же интервал времени, л/мин; Δt_i – время, через которое отбираются пробы, мин; F_i – концентрация НП в фильтрате во время отбора проб, мг/л; $m_{сорб}$ – масса сорбента в фильтре, г.

Результаты

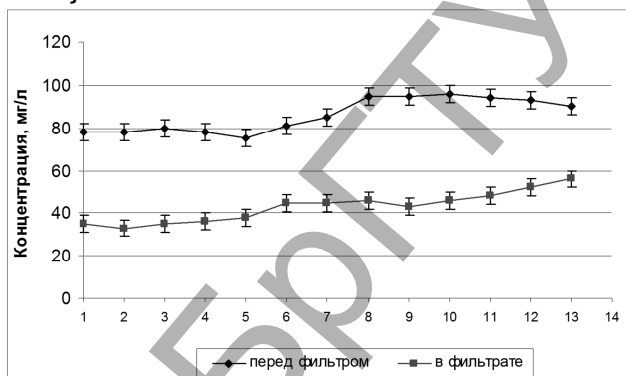


Рис. 3. Концентрация нефтепродуктов при фильтрации через гранулы цеолита диаметром фракции 2,5–3,0 мм

В эксперименте на первом стенде средняя концентрация нефтепродуктов в воде перед фильтром достигала 75–95 мг/л. Изменение концентраций в воде перед фильтрованием и в фильтрате показано на рисунках 3–5. На рисунках отображены средние результаты пятикратного определения концентраций.

На рисунке 3 показаны концентрации нефтепродуктов в воде перед фильтрованием и концентрации их в фильтрате, когда фильтр был заполнен гранулами цеолита фракции 2,5–3,0 мм (высота слоя – 0,2 м). Как видно, при фильтрации водостоков, содержащих концентрацию нефтепродуктов 75–80 мг/л, в фильтрате оставалось 33–37 мг/л загрязнителя. Далее концентрация нефтепродуктов в воде перед фильтром росла, достигая 90–95 мг/л. Увеличивалась и их концентрация в фильтрате. После 13 ч фильтрации концентрация нефтепродуктов в фильтрате достигала 56 мг/л. Согласно действующим в Литовской Республике нормативным требованиям для сточных вод, попадающих в городскую канализационную сеть, концентрация нефтепродуктов не должна превышать 10 мг/л [13]. Из графика очевидно, что, используя гранулы цеолита диаметром 2,5–3,0 мм, положительного результата достичь не удалось. Дальнейшие эксперименты проводились с использованием гранул цеолита диаметра 1,5–2,0 мм.

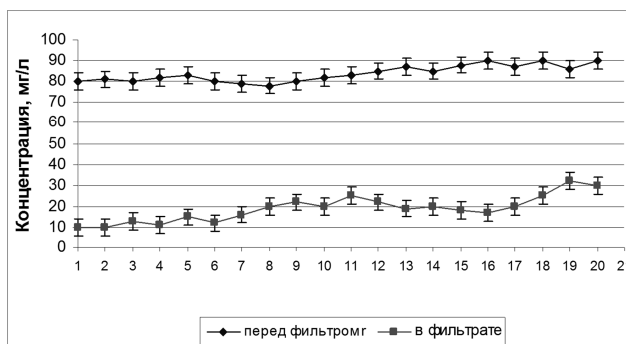


Рис. 4. Концентрация нефтепродуктов при фильтрации через гранулы цеолита диаметром фракции 1,5–2,0 мм

Таблица 1. Сравнение фильтрационных характеристик сорбентов

Сорбент	Длительность эксперимента, мин	Концентрация НП в водостоке перед фильтрованием, мг/л			Концентрация НП в фильтрате, мг/л			Количество НП в фильтрате, г	Количество удаленных НП		
		Макс.	Мин.	Средн.	Макс.	Мин.	Средн.		Общее, г	1 г сорбента, г НП/г	Эффективность, η, %
Fibroil	515	69	33	53,9	7,7	1,8	4,4	73,0	66,7	1,11	91
Duck	130	90	30	55,5	13	1,5	4,6	15,1	13,8	0,13	91
Reo-dry	79	64	35	50,8	4,9	0,9	2,9	8,1	7,6	0,03	94

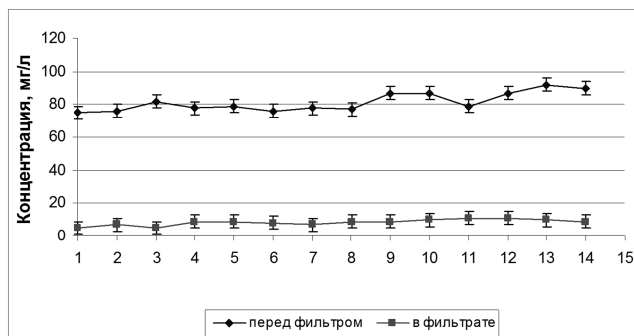


Рис. 5. Концентрация нефтепродуктов при фильтрации через гранулы цеолита диаметром фракции 0,63–1,0 мм

Как видно на рисунке 4, при использовании в качестве адсорбента цеолита фракции 1,5–2,0 мм, наблюдалось улучшение результатов фильтрации. Если перед поступлением на фильтр концентрация нефтепродуктов в водостоке достигала 80–90 мг/л, то в фильтрате в начале цикла оставалось 10 мг/л загрязнителя. После 20 ч фильтрации концентрация нефтепродуктов в фильтрате возросла до 30 мг/л.

На рисунке 5 показана способность самой мелкой фракции цеолита адсорбировать нефтепродукты. Видно, что в течение 14 ч фильтрации в фильтрате остаточная концентрация нефтепродуктов не превышала 5–10 мг/л, затем цикл фильтрации был прерван из-за возросшей потери давления. За время фильтрации (14 ч) концентрация нефтепродуктов в фильтрате не увеличилась и не превышала требуемого уровня по нормативу [13], т. е. 10 мг/л.

Обобщая результаты исследований на первом стенде (рисунок 1), выявлены некоторые недостатки: малая скорость (2 м/ч) фильтрации, образование эмульсии в последствии долгого перемешивания смеси, плохая сорбция крупных фракций цеолита. Дальнейшие исследования синтетических сорбентов, предназначенных для сорбции нефтепродуктов из водной среды, проводились на усовершенствованном лабораторном стенде (рисунок 2). Результаты экспериментов были подвергнуты статистической обработке, предварительно исключив данные, оказавшиеся за пределами доверительного интервала в 95%. Результаты моделирования процесса фильтрации приведены в таблице 1.

По данным таблицы видно, что все исследованные сорбенты довольно эффективно сорбируют НП из водной среды даже при довольно высокой степени загрязнения. Интересно сравнить декларированные производителями сорбционные способности фильтровочных материалов с экспериментально установленными. Для сорбента марки Fibroil они составляют соответственно 8–14 г НП/г и 1,15 г НП/г, для сорбента Duck – 4 г НП/г и 0,15 г НП/г, а производители сорбента Reo-dry декларируют его стократно завышенную эффективность (3 и 0,03 г НП/г соответственно) [14].

Заключение

1. Крупнозернистый цеолит не обладает удовлетворительными характеристиками фильтровочного материала при удалении нефтепродуктов из водной среды.
2. Цеолит мелкой фракции (0,63–1,0 мм) как фильтр для очистки водостоков адсорбирует нефтепродукты лучше других, более крупных фракций (2,5–3,0 мм и 1,5–2,0 мм). В фильтрате остаточная концентрация нефтепродуктов не превышает 10 мг/л, что

соответствует требованиям для ливневых стоков водоотводящей городской сети.

3. При использовании сорбента марки Fibroil можно достигнуть больших скоростей фильтрации (30 м/час). При этом срок годности фильтрационного материала Fibroil по сравнению с сорбентом Duck выше в шесть раз, а с Reo-dry – в тринадцать раз.
4. При скорости фильтрации водостоков 30 м/ч сорбент Duck требует предварительного просеивания через ситец и удаления мелкодисперсной фракции (0–600 мкм).
5. Сорбент Fibroil удаляет нефтепродукты в сточной воде в пять раз эффективнее чем Duck, и в девять раз эффективнее, чем сорбент Reo-dry.
6. Исследование трех синтетических сорбентов в динамических условиях показало, что их характеристики (например, сорбционная способность 1 г сорбента) гораздо ниже декларируемых производителями, установленными в статических условиях.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Browne, D. A new saturated/unsaturated model for stormwater infiltration systems / D. Browne, A. Deletic, G.M. Mudd, T.D. Fletcher – Hydrol. Process. – 2008. – vol. 22. – p.4838–4849.
2. Genç-Fuhrman, H. Simultaneous removal of As, Cd, Cr, Cu, Ni and Zn from stormwater: Experimental comparison of 11 different sorbents / H. Genç-Fuhrman, P.S. Mikkelsen, A. Ledin – Water Research. – 2007. – vol. 41. – p.591–602.
3. German, J. Stormwater pond sediments and water – characterization and assessment / J. German, G. Svensson – Urban Water Journal. – 2005. – Vol.2. – No.1. – p.39–50.
4. Minton, G.R. Stormwater Treatment. Biological, Chemical and Engineering Principles / G.R. Minton. – RPA Press: Seattle, 2002. – 416 p.
5. Storm Water Technology Fact Sheet. Sorbent Materials in Storm Water Applications. [Electronic resource] / U.S. Environmental Protection Agency. National Service Center for Environmental Publications (NSCEP). – 2002. – Mode of access: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1001QTZ.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA/>. – Date of access: 25.01.2012.
6. Lau, S.L. Application of oil sorbents in oil and grease removal for stormwater runoff / S.L. Lau, M.K. Stenstrom, Proceedings of the 68th Annual Water Environment Federation Conference and Exposition. – Vol.3. – Miami Beach, 1997. – p.685–695.
7. Lee, J.H. Characterization of urban stormwater runoff / J.H. Lee, M.K. Bang – Wat. Res. – 2000. – Vol. 34. – No. 6. – p.1773–1780.
8. Mimi, Z. Spatial analysis of urban stormwater quality: Ramallah district as a case study, Palestine / Z. Mimi – Water and Environment Journal. – 2008. – No. 23. – p.128–133.
9. Thomson, N.R. Highway stormwater runoff quality: development of surrogate parameter relationships / N.R. Thomson, E.A. Mcbean, W. Snodgrass, I.B. Monstrenko – Water, Air and Soil Pollution. – 1997. – Vol. 94. – p.307–347.
10. Вода питьевая. Метод определения содержания нефтепродуктов: ГОСТ Р 51797-2001. – Введ. 01.07.2002. – Москва: Госстандарт России, 2001. – 12 с.
11. Khan, E. Use of biomass sorbents for oil removal from gas station runoff / E. Khan, W. Virojnagud, T. Ratpukdi – Chemosphere. – 2004. – Vol. 57. – p.681–689.
12. Muhammad, N. Design and performance of separators for the treatment of highway drainage / N. Muhammad, A.D. Wheatley,

- A.R. Anderson. – Water and Environment Journal. – 2004. – Vol. 18. – No. 4. – p.235–238.
13. Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai. Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyvinio dokumento: LAND 9–2009. – 17.11.2009. – Vilnius: Aplinkos Ministerija, 2009. – 20 p.
14. Мажейкене, А.Б. Исследование сорбентов, применяемых для очистки ливневых стоков от нефтепродуктов / А.Б. Мажейкене, С.И. Швядене // Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21-23 сент. 2011 г.: в 2-х частях / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. П.С. Пойты [и др.]. – Брест: изд-во БрГТУ, 2011. – Ч. II. – С. 3–6.

Материал поступил в редакцию 27.01.12

MAŽEIKIENĖ AUŠRA, ŠVEDIENĖ SIGITA, KHALETSKI VITALI Materials for the filtration of total petroleum hydrocarbons from storm water runoff

Suspended solids and oil products are considered as the most important pollutants in the storm water. As suspended solids can be easily retained from storm water by simple sedimentation, for oil products it is usually needed to have a secondary treatment: filtration through sorbents media. The experimental research of the zeolites ability of removal of oil products from water was carried out in the laboratory of Water Supply and Management Department of Vilnius Gediminas Technical University. Two experimental models were arranged for this purpose. For experiments there were used the zeolit grain fractions of \varnothing 2,5-3,0 mm; \varnothing 1,5-2,0 mm; \varnothing 0,63-1,0 mm size. As it seen from results of investigations, the best adsorption was reached in the filter fillings with zeolit grains of \varnothing 0,63-1,0 mm size.

After the reconstruction of laboratory model the investigation of synthetic sorbents as filtration material for stormwater went on. Although storm water filtration through a sorbent filter gives high treatment efficiency, it is usually impossible to ensure the right speed of storm water coming to the treatment facilities (it is usually too high to ensure an efficient sorption). For this reason the research and analysis of three different synthetic sorbents („Fibroil“, „Duck“, „Reo-dry“) were performed in the laboratory under extreme conditions (filtration speed 30 m/h). According to the results of the experiment, all three sorbents have similar treatment efficiency, but „Fibroil“ is suitable for filtration under 30 m/h speed 6 times longer than „Duck“ and 13 times longer than „Reo-dry“.

УДК 628.316

Ялова Н.П., Строчак П.П.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА ВОДОСБОРА ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ

Введение. Поверхностный сток с территории города и промышленных предприятий, образующийся в результате выпадения дождей, таяния снега и поливочных работ, является интенсивным фактором антропогенной нагрузки на природные водные объекты. Это обусловлено тем, что при существующих системах очистки хозяйственно-бытовых сточных вод загрязненность водных объектов продолжает нарастать в основном за счет сброса в них поверхностного стока, основное количество которого поступает в водоемы без очистки со значительными превышениями предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, а имеющиеся на отдельных промышленных предприятиях сооружения по очистке ливневых вод практически не эксплуатируются из-за физической и моральной изношенности.

1. Качественный состав поверхностных сточных вод с селитебных территорий и площадок предприятий. Степень и характер загрязнения поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий различны и зависят от санитарного состояния бассейна водосбора и приземной атмосферы, уровня благоустройства территории, а также гидрометеорологических параметров выпадающих осадков: интенсивности и продолжительности дождей, предшествующего периода сухой погоды, интенсивности процесса весеннего снеготаяния.

Количество загрязняющих веществ, выносимых с селитебных территорий поверхностным стоком, определяется плотностью населения, уровнем благоустройства территорий, видом поверхностного покрова, интенсивностью движения транспорта, частотой уборки улиц, а также наличием промышленных предприятий и количеством выбросов в атмосферу.

Концентрация основных примесей в дождевом стоке тем выше, чем меньше слой осадков и продолжительнее период сухой погоды, и изменяется в процессе стекания дождевых вод. Наибольшие концентрации имеют место в начале стока до достижения максимальных расходов, после чего наблюдается их интенсивное снижение.

Концентрация примесей в талых водах зависит от количества осадков, выпадающих в холодное время года, доли грунтовых поверхностей в балансе площади стока и притока талых вод с прилегающих незастроенных территорий.

Основными источниками загрязнения поверхностного стока, формирующегося на городской территории и промышленных площадках, являются продукты эрозии почвы, пыль, строительные материалы в момент их транспортировки, сырье, продукты и полупродукты, хранящиеся на открытых складских площадках, выбросы атмосферного воздуха, нефтепродукты.

Интенсивно загрязняют территорию города отходы строительных работ и реконструкции объектов. В красках окрашенных кирпичей, осыпавшейся штукатурки и в других покрытиях обнаруживается большое количество токсичных веществ, в т.ч. тяжелых металлов.

Поверхностный сток с городских территорий и промышленных площадок вносит значительное количество загрязняющих веществ в водные объекты, что приводит к их заиливанию. Заиленное дно изменяет гидрологический режим рек. Обычно грунтовые воды, залегающие неглубоко, переливаются в реки, пополняя их и разгружаясь. При заиливании реки разгрузочный слой, в котором подземная влага просачивается в реку, постепенно подпирается. В результате заталпливаются прилегающие берега. Возникает серьезная проблема подтопления некоторых районов города, так как нет возможности освободить пути разгрузки грунтовых вод.

Донные отложения, формирующиеся в водоемах в дождливую погоду, нарушают жизнедеятельность микроорганизмов, что отрицательно сказывается на биоценозе и процессах самоочищения.

Особенно неблагоприятное влияние на санитарное состояние водоемов оказывают содержащиеся в поверхностном стоке взвешенные вещества и нефтепродукты.

Поступление нефтепродуктов на поверхность автодорог связано с протечками топлива, моторного, трансмиссионного масла, смазочных материалов из различных систем автомобиля. Скорость поступления нефтепродуктов на дорогу в результате таких утечек из одной автомашины составляет от долей миллиграмма до нескольких миллиграммов в секунду. В течение первых 2-х суток пятна от нефтепродуктов рас-