

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ

УДК 628.33

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А. Н. Ким

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрены проблемы поверхностного стока городов и приведены решения по их очистке в зависимости от конкретных условий их образования и требований к сбросу: непосредственно в дождеприемных колодцах на канализационной сети; путем реконструкции существующих очистных сооружений на предприятиях; на локальных очистных сооружениях, обеспечивающих степень очистки до требований сброса в природные водоемы.

Ключевые слова: *поверхностный сток, взвешенные вещества, нефтепродукты, очистные устройства, локальные очистные сооружения.*

MODERN SOLUTIONS OF PROBLEM SURFACE FLOW FROM URBANIZED AREA

A. N. Kim

Petersburg University of Architecture and Civil Engineering

The problems of surface flow of the cities have been observed and solutions of their purification depending on concrete condition of their creation and requirements on discharge have been reported: directly to surface inlet on sewerage net; by means of reconstruction existent treatment plants on enterprise; on local waste treatment plants, provides degree of purification until necessity of discharge in natural water basin.

Key words: *surface flow, suspended substances, petroleum products, purification facilities, local waste treatment plants.*

Исследования, проведенные в России и во многих зарубежных странах, показывают, что основными источниками загрязнения поверхностного стока, формирующимися на городских территориях, территориях промышленных зон и отдельных производств, являются эрозия почвы, разрушение асфальтовых и бетонных покрытий, строительные материалы и сырье, хранящиеся на открытых складских площадках, загрязнения с территории строительных площадок, различные нефтепродукты [1–3].

Загрязняющие вещества, присутствующие в поверхностном стоке селитебных территорий, рекомендуется классифицировать как:

- минеральные и органические примеси естественного происхождения, образующиеся в результате адсорбции газов из атмосферы и эрозии почвы, грубодисперсные примеси (песок, глина, гумус), растворенные органические и минеральные вещества;

- вещества техногенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии – нефтепродукты, вымываемые компоненты дорожных покрытий, соединения тяжелых металлов, СПАВ и другие компоненты;

- бактериальные загрязнения, поступающие в водоток при плохом санитарно-техническом

состоянии территории и канализационных систем.

Удельный вынос естественных примесей с дождевым стоком с селитебных территорий больших городов при плотности населения, близкой к 100 чел/га, представлен в таблице 1.

Таблица 1

Удельный вынос примесей с дождевым стоком с селитебных территорий больших городов при плотности населения, близкой к 100 чел/га

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/га-год
Взвешенные вещества	2500
Органические вещества по показателям:	
ХПК	1000
БПК ₂₀	140
Нефтепродукты	Более 40
Биогенные элементы соединения азота	6
соединения фосфора	1,5
Минеральные соли	400

Примерный состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий согласно [3], приведен в таблице 2. Наиболее загрязненным по всем показателям является талый сток, который по значению БПК₂₀ равноценен неочищенным хозяйственно-бытовым сточным водам.

Таблица 2

Примерный состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий

Площадь стока	Дождевой сток, мг/дм ³			Талый сток, мг/дм ³		
	взвешенные вещества	БПК ₂₀	нефтепродукты	взвешенные вещества	БПК ₂₀	нефтепродукты
Участки селитебной территории с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий	400	40	8	2000	70	20
Современная жилая застройка	650	60	12	2500	100	20
Магистральные улицы с интенсивным движением транспорта	1000	80	20	3000	120	25
Территории, прилегающие к промышленным зонам и объектам	2000	90	18	4000	150	25
Кровли зданий и сооружений	< 20	< 10	0,01–0,7	< 20	< 10	0,01–0,7

Согласно Федеральному закону РФ № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» (ст. 26 «Предотвращение негативного воздействия на окружающую среду при осуществлении водоотведения»), для объектов централизованных систем водоотведения устанавливаются нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ и иных веществ и микроорганизмов, а также лимиты на сбросы [4]. Очевидно, что эти требования еще в большей степени относятся к нормативам допустимых сбросов загрязняющих веществ в природные водотоки, особенно протекающие в черте города.

В настоящее время для очистки поверхностного стока на территории города наиболее действенным и реализуемым является следующий подход к решению поставленной задачи:

1) очистка ливневого стока непосредственно в дождеприемном колодце на дождевой канализационной сети;

2) реконструкция (модернизация) существующих очистных сооружений на предприятиях, расположенных в городской черте, очищенные стоки от которых отводятся на городские очистные сооружения или сбрасываются в водотоки, протекающие на территории города;

3) строительство локальных очистных сооружений (ЛОС) поверхностного стока, обеспечивающих очистку до требований рыбохозяйственных водоемов, для сброса в природные водотоки в черте города.

Очистка ливневого стока непосредственно в дождеприемном колодце на дождевой канализационной сети осуществляется на фильтрую-

щих модулях «Эковод», разработанных на кафедре водоснабжения СПбГАСУ. Фильтрующий модуль предназначен для очистки поверхностных сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов с территории населенных пунктов, промышленных и строительных площадок, гаражных автостоянок и других территорий, а также для монтажа на существующей ливневой канализации без ее реконструкции и производства земляных работ.

Фильтрующий модуль стоков (ФМС) обеспечивает очистку поверхностных стоков по взвешенным веществам (ВВ) до 10 мг/л, нефтепродуктам (НП) до 0,3 мг/л, а при доочистке стоков на второй ступени с сорбционной загрузкой – соответственно по ВВ до 5 мг/л и по НП до 0,05 мг/л. Периодичность замены фильтрующего материала в ФМС в зависимости от грязевой нагрузки составляет 3–6 месяцев.

Учитывая, что разработанная конструкция дождеприемника с фильтрующим модулем находит широкое применение для обеспечения защиты от загрязнений окружающей среды, связанных с дождевыми стоками, в настоящее время изготовлены и проходят технические испытания с участием специалистов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» ФМС нескольких типов (табл. 3).

В ФМС дождевого стока могут применяться следующие типы сорбционных загрузок: элементы фильтрующие торфяные (ЭФТ); сорбент НОВОСОРБ; для глубокой доочистки стоков используются сорбенты БАУ-А, АГ-3, МАУ и др. Схема дождеприемника с фильтрующим модулем представлена на рис. 1.

Таблица 3

Технические характеристики ФМС

Марка изделия	Диаметр ж/б колодца, м	F _ф филт. модуля, м ²	V _ф , м/ч	Гидравлическая нагрузка	
				м ³ /ч	л/с
ФМС-1.0	1,0	0,9	5–7,5	4,5–6,8	1,3–1,9
ФМС-1.5	1,5	1,2	5–7,5	6,0–9,0	1,7–2,5
ФМС-1.5*	1,5	1,6	5–7,5	8,0–12,0	2,2–3,3
ФМС-2.0	2,0	1,7	5–7,5	8,5–12,8	2,4–3,5
ФМС-2.0*	2,0	2,4	5–7,5	12,0–18,0	3,3–5,0
ФМС-2.0**	2,0	3,2	7,5–10	24,0–32,0	6,7–8,9

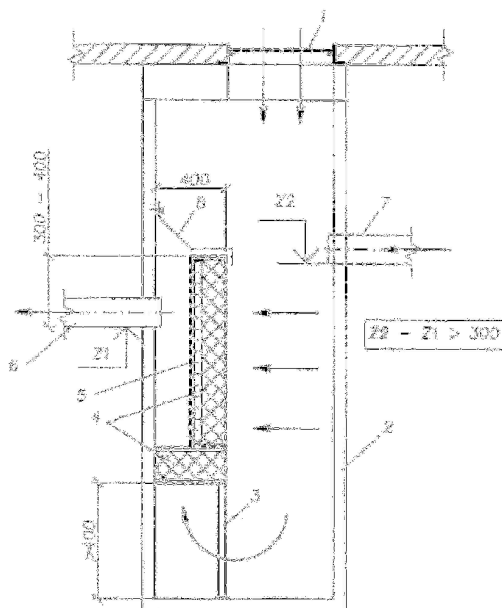


Рис. 1. Дождеприемник с фильтрующим модулем:

1 – люк с решеткой; 2 – колодец сборный ж/б; 3 – стойка опорная; 4 – элементы фильтрующего модуля с сорбционной загрузкой; 5 – подложка фильтрующая волокнисто-пористая; 6 – отводящий трубопровод; 7 – подводящий трубопровод; 8 – козырек защитный

Современные градостроительные планы предусматривают вывод предприятий из города на периферию. В то же время многие крупные предприятия, занимающие небольшие площади, функционируют, выпуская продукцию народного потребления и обеспечивая при этом занятость городского населения. Как правило, на этих предприятиях в свое время были построены очистные сооружения, которые в настоящее время или не работают, или работают недостаточно эффективно. Поэтому такие сооружения нуждаются в реконструкции (модернизации) перед сбросом очищенных стоков, в частности поверхностных стоков, в природные водотоки, протекающие в черте города.

В настоящей работе приводятся сведения по модернизации очистных сооружений поверхностного стока (ОСПС) с территории ЗАО «Деревообрабатывающий завод № 1», поступающего в р. Волковку.

Существующие ОСПС Д03-1, построенные в 1985 г., представляют собой подземную емкость размерами 2500x12500x7000 мм, общим объемом 218 м³, разделенную на две секции:

- 1-я секция – нефтеловушка полезным объемом 79 м³ (2500x8500x370 мм);
- 2-я секция – фильтрационная доочистка (рис. 2).

По существовавшей схеме очистки в ОСПС исходные поверхностные стоки по трубопроводу

Ду 200 мм поступают в нефтеловушку, а затем на гравийный и песчаный фильтры. Очищенные стоки по выпуску № 1 сбрасываются в р. Волковку. Необходимо отметить, что гравийно-песчаные фильтры не обеспечивали требуемое качество доочистки; также в результате неправильной эксплуатации (несвоевременное удаление осадка из нефтеловушки и замена фильтрующей загрузки) ОС находилось практически в аварийном состоянии. При модернизации ОСПС была предложена и реализована система очистки, используемая на сооружениях очистки поверхностного стока с территории нежилой зоны «Пулково-3» (2005 г.), при этом сброс очищенных стоков производится в р. Волковку [5]. Разработанная система очистки поверхностного стока защищена патентом № 82456 [6].

Максимальная гидравлическая нагрузка (производительность) на фильтр площадью 1,84 м² (735x2500 мм) составляет 1,84·7,5 (м/ч) = 18,4 м³/ч, осветлительно-сорбционная загрузка – торфяные элементы (ЭФТ).

Работы по модернизации ОСПС Д03-1 были проведены в июне 2012 г. Некоторые показатели качества исходного поверхностного стока (протокол № 0386-В/ПК/12 от 02.05.2012 г.) и очищенного стока (протокол № 13.19.2012В от 10.09.2012 г.) приведены в таблице 4. Анализы качества воды на выпуске № 1 были проведены ФБУ «ЦЛАТИ по Северо-Западному ФО».

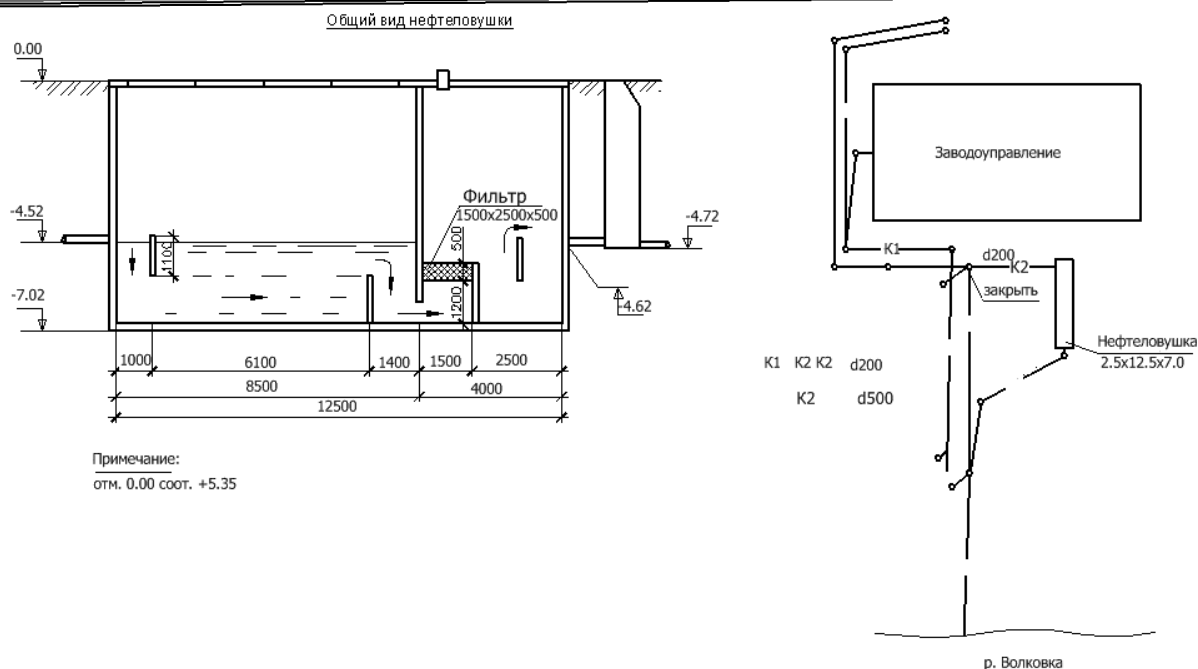


Рис. 2. Очистные сооружения поверхностного стока с территории ДОЗ-1:
 К1 – бытовые сточные воды; К2 – поверхностные (дождевые и талые сточные) воды

Таблица 4

Качественные показатели поверхностного стока

№ п/п	Показатель	Единица измерения	До очистки проба № 2220513	После очистки проба № 1.12.1677
1	БПК	мгО ₂ /дм ³	23	2,8
2	ХПК	мг/дм ³	44	40
3	Взвешенные вещества (ВВ)	мг/дм ³	23	8
4	Сухой остаток	мг/дм ³	700	640
5	Нефтепродукты (НП)	мг/дм ³	1,18	0,21
6	Сульфат-ион	мг/дм ³	119	87
7	Хлорид-ион	мг/дм ³	103	105
8	Фенол	мг/дм ³	0,00018	0,0001
9	Железо общее (растворенная форма)	мг/дм ³	4,6	1,2

При выборе технологической схемы очистки поверхностного стока на ЛОС со значительной территории основным вопросом является тип сооружений – проточный или с аккумулярующей емкостью. Глубокий всесторонний анализ [7] показал, что проточные системы очистки поверхностного стока не соответствует действующим в РФ нормам проектирования, не обеспечивают нормативное качество очищенных стоков и по сути осуществляют лишь имитацию очистных процессов. Поэтому была принята схема очистки с аккумулярующей емкостью.

Формируя структуру технологической схемы очистки поверхностных сточных вод, ее можно разделить на несколько последовательных этапов водоочистки с применением комплексных сооружений. Первым является комплекс приемных сооружений. Он состоит из подводящего коллектора ливневых и талых вод, насосной станции с установленной в ней решеткой для удаления из стоков плавающих и других

элементов, напорных трубопроводов. Затем следует комплекс очистки поверхностных стоков, состоящий из сооружений по движению очищаемого потока, к которым относятся песколовки-отстойники тангенциального типа и фильтры с загрузкой ЭФТ, а также самотечно-напорный трубопровод. Песколовки-отстойники обеспечивают удаление из поверхностных стоков песчаных загрязнений, смываемых ливневыми потоками и содержащимися в большом количестве в талых водах. Фильтры с загрузкой ЭФТ максимально осуществят сбор нефтепродуктов. Следующий очистной комплекс сооружений предназначен для доочистки ливневых сточных вод. Сточные воды будут направляться в резервуар-аккумулятор, который необходим для регулирования объема стоков, поступающих на сооружения доочистки. Доочистка воды осуществляется последовательным напорным фильтрованием через блоки осветлительных и сорбционных фильтров. Осветлительные фильтры могут

иметь песчаную (или подобную) загрузку и работать в автоматическом режиме сверхскоростного фильтрования. Сорбционные фильтры загружаются сорбентом типа МАУ. Качество очистки будет отвечать требованиям: ВВ – до 5 мг/л, НП – от 0,05 до 0,3 мг/л. Технологическая схема очистки поверхностного стока представлена на рис. 3.

Технологическая схема очистки воды характеризует все возможные этапы очистки дождевых, промывочных и талых стоков как с общеродских территорий, так и с отдельных площадок производственных и других территорий. Применение этапов для конкретных проектов зависит от характеристик показателей состава поверхностных вод и требуемой степени очистки.

Отходы, собранные на решетках, накапливаются, уплотняются естественным путем и выводятся на свалку. Осадок из песколовки направляется в бункер для обезвоживания и уплотнения. В этот же бункер подается осадок из резервуара-аккумулятора. Далее это осадок направляется

на утилизацию. Загрузка торфяных фильтров периодически заменяется на новую сорбционную загрузку, а использованная загрузка утилизируется. Способ утилизации загрузки определяется на стадии проектирования. Очищенные сточные воды поверхностного стока из резервуара-аккумулятора насосами подаются по схеме доочистки стока на напорные фильтры с песчаной загрузкой, где выполняется доочистка стоков от взвешенных веществ. Из фильтров доочистки стоков первой ступени воды подаются на напорные фильтры доочистки второй ступени с сорбционной угольной загрузкой, где происходит доочистка стоков от нефтепродуктов. После фильтров доочистки очищенные стоки подаются на установку обеззараживания воды с использованием ультрафиолетового облучения (УФО).

Характер изменения концентраций загрязнений в сточных водах по разработанной технологической схеме очистки поверхностных стоков рассмотрим на примере, представленном в таблице 5.

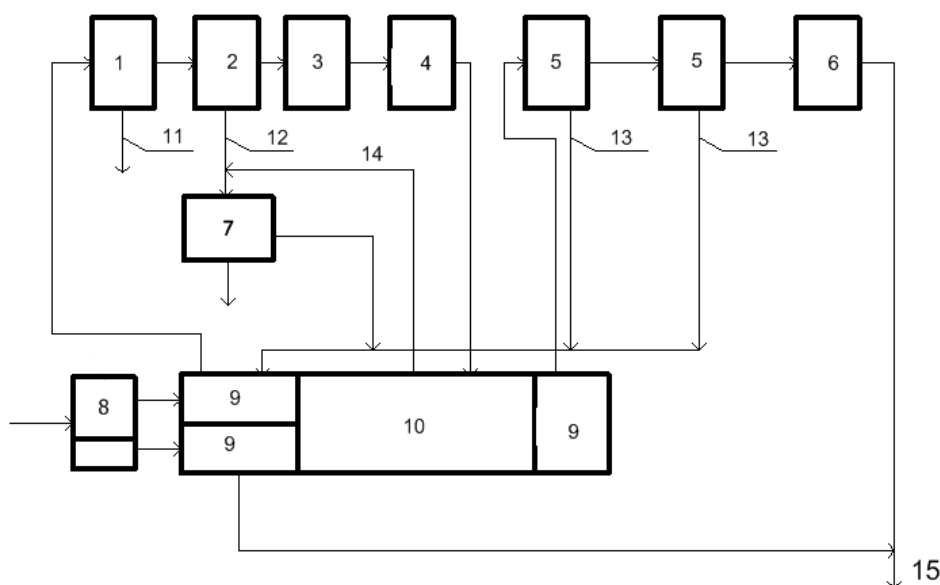


Рис. 3. Схема очистки поверхностного стока с территории нежилой зоны «Пулково-3»:

1 – решетки; 2 – песколовки; 3 – распределительная камера; 4 – торфяные фильтры; 5 – напорные фильтры; 6 – УФ-обеззараживание; 7 – бункер для песка; 8 – ливнесбросная камера; 9 – насосная станция; 10 – резервуар-аккумулятор; 11 – отходы на вывоз; 12 – песчаная пульпа; 13 – промывная вода; 14 – осадок; 15 – сброс в водоем или в канализацию

Таблица 5

Характер изменения концентраций загрязнений в сточных водах

№ п/п	Наименование показателей	Концентрации, мг/л				
		Поступающих стоков	После осветления	После 1-й ступени фильтров	После 2-й ступени фильтров	После фильтров с сорбционной загрузкой
1	Взвешенные вещества	300	150	15	7,5	5,0
2	Нефтепродукты	15	12	1,2	0,6	0,05-0,3

Как видно из данного примера, каждая ступень сооружений очистки поверхностных стоков выполняет свои функции в определенном

диапазоне качества очистки, обеспечивая расчетно-нормативные параметры качества перед сбросом стоков в водоем.

Список литературы

1. Дикаревский В. С., Курганов А. М., Нечаев А. П., Алексеев М. И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Л. : Стройиздат, 1990. 224 с.
2. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник / Б. Н. Репин, С. С. Запорожец, В. Н. Ереснов и др. М. : Высшая школа, 1995. 431 с.
3. Иванов В. Г., Черников Н. А. Водоснабжение и водоотведение промышленных предприятий. СПб. : ООО «Издательство «ОМ-Пресс», 2013. 592 с.
4. О водоснабжении и водоотведении : Федеральный закон РФ № 416 : вступ. в силу 01.01.2013 г.
5. Ким А. Н., Михайлов Н. Н. Сооружения очистки поверхностного стока с территории нежилой зоны «Пулково-3» // Инженерные системы АВОК Северо-Запад. 2006. № 1 (21). С. 60–63.
6. Система обработки поверхностного стока : пат. № 82452. Бюл. № 12, 27.04.2009 / Н. Н. Михайлов, А. Н. Ким, А. А. Божков.
7. Ивкин П. И., Меншутин Ю. А., Соколова Е. В., Фомичева Е. Ф., Кедров Ю. В. Эффективность очистных сооружений ливневого стока проточного типа // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 1. С. 52–58.
8. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети. М. : Министерство регионального развития РФ, 2012. 67 с.
9. Алексеев М. И., Курганов А. М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. М. : Изд- АСВ ; СПб. : СПбГАСУ, 2000. 352 с.

© А. Н. Ким

Ссылка для цитирования:

Ким А. Н. Современные решения проблемы поверхностного стока с урбанизированных территорий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань : ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. № 2 (12). С. 45–50.

УДК 628.315

**ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ СПРАВОЧНИКА
ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ «ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ
ПОСЕЛЕНИЙ, ГОРОДСКИХ ОКРУГОВ»**

Д. А. Данилович, Н. С. Серпокрялов

Ростовский государственный строительный университет

Проведен анализ Справочника наилучших доступных технологий для коммунального водоотведения, вводимого в действие на территории РФ. Предложены наиболее перспективные технологии очистки сточных вод поселений для различных условий сброса очищенных сточных вод в водные объекты. Определены требования для применения технологий очистки сточных вод и выполнения нормативов очистки.

Ключевые слова: *наилучшие доступные технологии, очистка городских сточных вод, норматив общего действия, условия сброса, водные объекты, загрязнитель, биологическая очистка сточных вод, БПК, осадки сточных вод.*

**FUNDAMENTAL CONCEPTS OF REFERENCE
ON BEST AVAILABLE TECHNIQUES "THE WASTEWATER PURIFICATION
USING CENTRALIZED DISPOSAL SYSTEM OF SETTLEMENTS, URBAN DISTRICTS"**

D. A. Danilovich, N. S. Serpokrylov

Rostov State University of Civil Engineering

The analysis of technical handbook of the best available technologies for municipal disposal system that are being introduced in Russia. The most perspective technologies of effluent purification of settlements for various conditions of discharge of treated wastewater in water facilities. Defined the requirements for the application of effluent purification technology and implementation standards of water purification.

Key words: *the best available technologies, purification of urban effluent, the standard of general action, effluent conditions, water facilities, pollutant, BOD, sewage sludge.*

Профессиональным сообществом под эгидой Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения [1] в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 23.12.2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» ведется разработка соответствующего справочника. При этом основные критерии отнесения технологии к числу наилучших доступных технологий (НДТ) определены п. 12 Постановления

Правительства Российской Федерации от 23.12.2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [2–4].

Область применения Справочника в отрасли – от точки поступления сточных вод на очистные сооружения до точки сброса сточных вод в водные объекты, либо точки подачи их в систему технического водопользования или систему орошения (при использовании очи-