ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ,
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ «НИИ ВОДГЕО»

РЕКОМЕНДАЦИИ

по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты

Дополнения к СП 32.13330.2012
Канализация. Наружные сети и сооружения
Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85

Москва 2014

gost.e-ecolog.ru

УДК 628.31
ББК 38.761.2
Р36

Р36 **Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты.** – Москва: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. – 88 с.
ISBN 978-5-905463-65-5

Положения рекомендаций направлены на обеспечение квалифицированного выполнения требований действующих нормативно-методической базы и Федерального законодательства РФ в области природопользования, охраны водных ресурсов, защиты прав потребителей и благополучия человека при проведении любого рода деятельности по проектированию, экспертизе, строительстве и эксплуатации систем сбора, отведения и очистки поверхностных сточных вод.

Рекомендации развивают и дополняют требования и положения, изложенные в действующих нормативных документах СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85), СНиП 2.04.03-85. «Канализация. Наружные сети и сооружения», в части базовых принципов проектирования, классификации и обоснования критериев применения систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока, а также методик расчёта основных технических параметров.

Рекомендации предназначены для широкого круга специалистов, чья деятельность связана с системами сбора, отведения и очистки поверхностных (дождевых, талых и поливомоечных) сточных вод населённых мест и предприятий.

УДК 628.31
ББК 38.761.2

© ОАО «НИИ ВОДГЕО»

ВВЕДЕНИЕ ... **3**

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ... **4**

2. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ... **5**

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ... **6**

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ... **10**

5. КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ ... **12**

5.1. Выбор приоритетных показателей загрязнения поверхностного стока при проектировании очистных сооружений ... **12**

5.2. Определение расчётных концентраций загрязняющих веществ при отведении поверхностного стока на очистку и выпуске в водные объекты ... **16**

6. СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ ... **18**

6.1. Системы и схемы отведения поверхностных сточных вод ... **18**

6.2. Определение расчётных расходов дождевых, талых и дренажных вод в коллекторах дождевой канализации ... **19**

6.3. Определение расчётных расходов сточных вод полураздельной системы канализации ... **25**

6.4. Регулирование расходов сточных вод в сети дождевой канализации ... **27**

6.5. Перекачка поверхностного стока ... **29**

7. РАСЧЁТНЫЕ ОБЪЁМЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ ... **30**

7.1. Определение среднегодовых объёмов поверхностных сточных вод ... **30**

7.2. Определение расчётных объёмов дождевых сточных вод, отводимых на очистку ... **31**

7.3. Определение расчётных суточных объёмов талых вод,отводимых на очистку ... **32**

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ... **34**

8.1. Расчётная производительность очистных сооружений накопительного типа ... **34**

8.2. Расчётная производительность очистных сооружений проточного типа ... **35**

9. УСЛОВИЯ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ ... **36**

9.1. Общие положения ... **36**

9.2. Определение нормативов допустимого сброса (НДС) веществ и микроорганизмов при выпуске поверхностных сточных вод в водные объекты ... **38**

10. ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ... **40**

10.1. Общие положения ... **40**

10.2. Выбор типа очистных сооружений по принципу регулирования расхода сточных вод ... **40**

10.3. Основные технологические принципы ... **43**

10.4. Очистка поверхностного стока от крупных механических примесей и мусора **44**
10.5. Разделение и регулирование стока на очистных сооружениях **46**
10.6. Очистка стока от тяжёлых минеральных примесей (пескоулавливание) **46**
10.7. Аккумулирование и предварительное осветление стока методом статического отстаивания **47**
10.8. Реагентная обработка поверхностного стока **48**
10.9. Очистка поверхностного стока реагентным отстаиванием **49**
10.10. Очистка поверхностного стока реагентной флотацией **49**
10.11. Очистка поверхностного стока методом контактной фильтрации **50**
10.12. Доочистка поверхностного стока фильтрованием **51**
10.13. Адсорбция **51**
10.14. Биологическая очистка **52**
10.15. Озонирование **52**
10.16. Ионный обмен **53**
10.17. Баромембранные процессы **53**
10.18. Обеззараживание поверхностного стока **53**
10.19. Обращение с отходами технологических процессов очистки поверхностных сточных вод **54**
10.20. Основные требования по контролю и автоматизации технологических процессов очистки поверхностных сточных вод **58**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **59**

Приложение 1. Значение величин интенсивности дождя q_{20} **60**
Приложение 2. Значения параметров n, m_r, γ для определения расчётных расходов в коллекторах дождевой канализации **61**
Приложение 3. Карта районирования территории Российской Федерации по слою талого стока **62**
Приложение 4. Карта районирования территории Российской Федерации по коэффициенту С **63**
Приложение 5. Методика расчёта объёма резервуара для регулирования поверхностного стока в сети дождевой канализации **64**
Приложение 6. Методика расчёта производительности насосных станций для перекачки поверхностного стока **66**
Приложение 7. Методика определения максимального суточного слоя дождевых стоков для селитебных территорий и предприятий первой группы **71**
Приложение 8. Методика расчёта суточного слоя осадков с заданной вероятностью превышения (для предприятий второй группы) **73**
Приложение 9. Нормированные отклонения от среднего значения ординат логарифмически нормальной кривой распределения Φ при разных значениях обеспеченности $p_в$ и коэффициента асимметрии c_s **75**
Приложение 10. Нормированные отклонения ординат биноминальной кривой распределения Φ при разных значениях обеспеченности $p_в$ и коэффициента асимметрии c_s **76**
Приложение 11. Среднесуточные слои осадков $H_{ср}$, коэффициенты вариации c_v и асимметрии c_s для различных территориальных районов РФ **77**
Приложение 12. Методика и пример расчёта суточного объёма талых вод, отводимых на очистку **85**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие рекомендации являются переработанной и дополненной редакцией «Рекомендаций по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты», разработанных ФГУП «НИИ ВОДГЕО» (Росстрой) в 2006 году[1,2].

Предлагаемая к применению новая редакция рекомендаций разработана с учётом действующего Федерального законодательства РФ в области охраны окружающей среды и нормативно-методической базы, регламентирующей проектирование систем отведения и очистки поверхностных сточных вод, направленных на предотвращение загрязнения водных объектов и их водосборных бассейнов поверхностным стоком с хозяйственно-освоенных территорий.

В рекомендациях приведены основные принципы проектирования и усовершенствованные методики расчёта основных параметров инженерных сооружений системы дождевой канализации, включая коллекторную сеть и очистные сооружения.

При разработке рекомендаций учитывались данные натурных исследований, полученные ОАО «НИИ ВОДГЕО» и другими научно-исследовательскими организациями, включая отраслевые, на предприятиях различных отраслей промышленности, а также данные опыта эксплуатации очистных сооружений поверхностного стока различных конструкций, запроектированных и построенных в населённых пунктах и на предприятиях за последние десятилетия.

Настоящая редакция рекомендаций разработана авторским коллективом специалистов ОАО «НИИ ВОДГЕО» под научным руководством д.т.н. проф. Н.П. Куранова и Ю.А. Меншутина в составе: к.т.н. Л. М. Верещагиной, к.т.н. А.С. Керина, Е.В. Фомичёвой и А.Ю. Логуновой с учётом и при использовании материалов всех предыдущих изданий настоящих рекомендаций.

Рекомендации одобрены научно-техническим советом и экспертно-консультационным центром ОАО «НИИ ВОДГЕО» 15 мая 2014 г.

1. С выпуском настоящих рекомендаций «Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты», М., ФГУП «НИИ ВОДГЕО» (Росстрой), 2006 г. утрачивают силу.

2. «Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты», М., ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. г. направлены на согласование в Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации и Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие рекомендации предназначены для широкого круга специалистов, чья деятельность связана с системами сбора, отведения и очистки поверхностных (дождевых, талых и поливомоечных) сточных вод населённых мест и предприятий, в том числе:

– проектных организаций;

– государственных и иных органов экспертизы и согласования;

– надзорных служб в сфере природопользования, охраны водных ресурсов, защиты прав потребителей и благополучия человека;

– органов лицензирования и сертификации;

– разработчиков и поставщиков очистных технологий, систем, сооружений, оборудования, водоочистных реагентов и технологических материалов;

– экологических служб предприятий;

– организаций водопроводно-канализационного хозяйства.

Положения настоящих рекомендаций направлены на обеспечение квалифицированного выполнения требований действующей нормативно-методической базы и Федерального законодательства РФ в области природопользования, охраны водных ресурсов, защиты прав потребителей и благополучия человека при проведении любого рода деятельности по проектированию, экспертизе, строительстве и эксплуатации систем сбора, отведения и очистки поверхностных сточных вод.

Настоящие рекомендации развивают и дополняют требования и положения, изложенные в действующих нормативных документах СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85), СНиП 2.04.03-85. «Канализация. Наружные сети и сооружения», в части базовых принципов проектирования, классификации и обоснования критериев применения систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока, а также методик расчёта основных технических параметров.

2. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ.

2. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ.

3. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

4. ГОСТ 17.1.3.13-86. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

5. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации. Утв. постановлением правительства РФ от 12.02.1999 г. № 167.

6. Федеральный закон РФ «О водоснабжении и водоотведении» от 17.12.2011 г. № 416-ФЗ.

7. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85).

8. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.

9. СП 131.13330.2012 Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01-99* Строительная климатология).

10. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.

11. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

12. ГОСТ 17.1.13.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.

13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (новая редакция). Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Утв. постановлением государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 № 74.

14. ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения.

15. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.

16. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное назначение. Утв. Приказом Роскомрыболовства от 28.04.06 1999 г. № 96.

17. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. Утв. и введены в действие Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04. 2003 г. № 78.

18. ГН 2.1.5.1316-03. Ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. Утв. и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 г. № 79.

19. «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей». Постановление Правительства РФ от 23.07.2007 г. № 469.

20. «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты». Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 г. № 881.

21. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утв. приказом МПР России от 12.12.2007 № 328.

22. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утв. приказом МПР России от 17.12.2007 № 333.

23. РД 52.08.730-2010. Производство наблюдений над интенсивностью снеготаяния и водоотдачей из снежного покрова. ГУ «ГГИ» Росгидромета, Санкт-Петербург, 2010.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для целей настоящего документа применяются следующие термины и определения:

АККУМУЛИРУЮЩИЙ РЕЗЕРВУАР (накопитель поверхностного стока) – сооружение для приёма, сбора и усреднения расхода и состава поверхностных сточных вод с селитебных территорий и площадок предприятий с целью их последующей очистки.

АССИМИЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВОДНОГО ОБЪЕКТА – способность водного объекта принимать определённую массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования (ГОСТ 17.1.1.01-77).

БАРОМЕМБРАННЫЙ ПРОЦЕСС – процесс мембранного разделения жидких сред, движущей силой которого является градиент давления. К баромембранным процессам относятся микро-, ультра-, нанофильтрация и обратный осмос.

ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ – природный или искусственный водоём, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима (Водный кодекс РФ №74-ФЗ).

ВОДНЫЙ РЕЖИМ – изменение во времени уровней, расходов и объёмов воды в водном объекте (Водный кодекс РФ №74-ФЗ).

ВОДООТВЕДЕНИЕ – любой сброс вод, в том числе сточных и (или) дренажных вод, в водные объекты (Водный кодекс РФ №74-ФЗ в редакции от 03.06.2006).

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ УЧАСТОК – часть речного бассейна, имеющая характеристики, позволяющие установить лимиты (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и другие параметры использования водного объекта (водопользования) (Водный кодекс РФ № 74-ФЗ).

ВЫСОТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА – толщина лежащего на поверхности земли слоя снега (РД 52.08.730-2010).

ВЫПУСК СТОЧНЫХ ВОД – трубопровод, отводящий сточные воды в водный объект.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ СЕЗОН – одна из фаз водного режима природных водных объектов, границы которого определяются датами гидрологических явлений для данной местности: смены преимущественно подземного питания водного объекта на поверхностное и наоборот, наступление и завершение периода ледостава и переход температуры воды у поверхности через 10 ^{0}С.

ДРЕНАЖНЫЕ ВОДЫ – воды, отвод которых осуществляется дренажными сооружениями для сброса в водные объекты (Водный кодекс РФ №74-ФЗ в редакции от 03.06.2006).

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД – поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов или тепла (ГОСТ 27065-86).

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ).

ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ).

ЗАПАС ВОДЫ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ – общее количество воды в жидком и твёрдом виде, содержащееся в снежном покрове (РД 52.08.730-2010).

ЗОНА САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ – территория и акватория, на которых устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим с целью предотвращения ухудшения качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и охраны водопроводных сооружений (ГОСТ 17.1.1.01-77).

ИНТЕНСИВНОСТЬ СНЕГОТАЯНИЯ – количество воды (в миллиметрах слоя), образующееся в процессе таяния снежного покрова в единицу времени (РД 52.08.730-2010).

ИНФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ВОДЫ – часть подземных вод, попадающих в систему дождевой канализации.

ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД – источник, вносящий в поверхностные или подземные воды загрязняющие вещества, микроорганизмы или тепло (СанПиН 2.1.5-980-00).

КАЧЕСТВО ВОДЫ – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01-77).

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ – проверка соответствия показателей качества воды установленным нормативам и требованиям (ГОСТ 27065-86).

КОНТРОЛЬНЫЙ СТВОР – поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество воды.

КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА – отношение объёма поверхностного стока на водосборной поверхности в течение одного дождя к общему объёму осадков, выпавших за время этого дождя на данной территории.

КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА ОБЩИЙ – коэффициент стока, учитывающий количество поверхностного стока (слой стока или объём), поступающего в систему дождевой канализации за определённый период времени (сутки, месяц, сезон, год), от всей суммы атмосферных осадков, в том числе и от малоинтенсивных, выпавших за этот период.

КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА ПЕРЕМЕННЫЙ – коэффициент стока, который зависит от вида поверхности водосборного бассейна, а также от интенсивности и продолжительности дождя.

КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА ПОСТОЯННЫЙ – коэффициент стока, который зависит только от вида поверхности водосборного бассейна.

ЛИМИТИРУЮЩИЙ ПРИЗНАК ВРЕДНОСТИ В ВОДЕ – признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде (СанПиН 2.1.5.980-00).

ЛОКАЛЬНЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ – сооружения и устройства, предназначенные для очистки сточных вод абонента (субабонента) перед их сбросом (приёмом) в систему коммунальной или дождевой канализации («Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации» № 167).

НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НДВ) НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ).

НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ (НДС) химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов – нормативы, которые установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учётом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ).

НОРМАТИВЫ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ (ПДК) химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ).

НОРМЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ – установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования (ГОСТ 27065-86).

ОБЩЕСПЛАВНАЯ СИСТЕМА КАНАЛИЗАЦИИ – система канализации, предназначенная для совместного отведения и очистки всех видов сточных вод, включая бытовые, производственные, дренажные, поверхностные и поливомоечные.

ПЛОЩАДЬ СТОКА (водосбора) – территория, поверхностный сток с которой поступает в сеть дождевой канализации.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ (поверхностный сток) – загрязнённая дождевая, талая, поливомоечная вода, стекающая с селитебных территорий и площадок предприятий, отводимая системой сооружений в водные объекты.

ПОЛУРАЗДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КАНАЛИЗАЦИИ – система коммунальной канализации, при которой устраиваются две самостоятельные уличные сети трубопроводов: одна для отведения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, другая – для отведения дождевого, талого и поливомоечного стока; главные коллекторы, отводящие все виды сточных вод на очистные сооружения населённого пункта, устраиваются общесплавными и при превышении расчётных расходов часть дождевых вод через разделительные камеры сбрасывается в водоём без очистки.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ (ПДК) – концентрация вещества в воде, выше которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования (ГОСТ 27065-86).

РАЗДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КАНАЛИЗАЦИИ – система канализации, при которой устраиваются две или более самостоятельных канализационных сетей: сеть для отведения хозяйственно-бытовых и части производственных сточных вод, допускаемых к сбросу в бытовую канализацию; сеть для загрязнённых производственных сточных вод, не допускаемых к совместному отведению и очистке с бытовыми сточными водами; сеть для отведения с селитебных территорий и площадок предприятий дождевого, талого и поливомоечного стока, который перед сбросом в водоём подвергается очистке.

РЕГУЛИРУЮЩИЙ РЕЗЕРВУАР – сооружение для регулирования расхода поверхностных сточных вод в сети дождевой канализации.

СЕЛИТЕБНАЯ ТЕРРИТОРИЯ – территория, предназначенная для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе научно-исследовательских институтов и их комплексов, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон, для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования (СП 52.13330.2011).

СИСТЕМА ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ – комплекс инженерных сооружений, обеспечивающих приём, очистку и отведение дождевых, талых и поливомоечных вод с селитебных территорий и площадок предприятий.

СЛОЙ СТОКА – количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо интервал времени, равное толщине слоя, равномерно распределенного по площади этого водосбора (ГОСТ 19179-73).

СТОЧНЫЕ ВОДЫ – воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток, которых осуществляется с загрязнённой территории (Водный кодекс РФ № 74-ФЗ в редакции от 03.06.2006 г.).

СТОЧНЫЕ ВОДЫ – дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, сточные воды централизованной системы водоотведения и другие воды, отведение (сброс) которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с водосборной площади (ФЗ «О внесении изменений в Водный кодекс РФ и отдельные законодательные акты РФ» от 21.10.1013 г. № 282-ФЗ).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НОРМАТИВ – норматив допустимых сбросов веществ и микроорганизмов, который устанавливается для стационарных, передвижных и иных источников, технологических процессов, оборудования и отражает допустимую массу сбросов веществ и микроорганизмов в окружающую среду в расчете на единицу выпускаемой продукции (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ).

ФОНОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ – концентрация вещества в воде, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчётных гидрологических условиях, учитывающая влияние всех источников примесей, за исключением данного источника.

ФОНОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЕСТЕСТВЕННЫЕ – концентрации веществ в воде водного объекта в створе, выше которого водный объект не испытывает антропогенного воздействия.

ФОНОВЫЙ СТВОР – контрольный пункт, расположенный выше по течению от сброса загрязняющих веществ (СанПиН 2.1.5.980-00).

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА КОММУНАЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ (городская канализация) – комплекс инженерных сооружений населённых пунктов для сбора, очистки и отведения сточных вод в водные объекты и обработки осадков сточных вод («Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации» № 167).

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ВОДООТВЕДЕНИЯ (канализации) – комплекс технологически связанных между собой инженерных сооружений, предназначенных для водоотведения (ФЗ «О внесении изменений в Водный кодекс РФ и отдельные законодательные акты РФ» от 21.10.1013 г. № 282-ФЗ)

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Поверхностный сток с селитебных территорий и площадок предприятий является одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения. Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты неочищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливомоечные воды, образующиеся на селитебных территориях и площадках предприятий.

4.2. Настоящие рекомендации предназначены для использования при разработке и проектировании систем отведения и очистки поверхностного (дождевого, талого и поливо-моечного) стока с селитебных территорий и площадок предприятий и направлены на предотвращение загрязнения водных объектов поверхностным стоком от сосредоточенных выпусков при раздельной системе канализации, а также при организации отведения поверхностных сточных вод по полураздельной или общесплавной системе канализации.

4.3. При проектировании очистных сооружений общесплавной и полураздельной систем канализации, осуществляющих совместное отведение на очистку всех видов сточных вод, включая поверхностный сток с селитебных территорий и площадок предприятий, следует руководствоваться указаниями СП 32.13330.2012 и СНиП 2.04.03-85 по проектированию бытовой и производственной канализации [1, 2], а также других нормативных документов, регламентирующих разработку этих систем, в том числе и региональных.

4.4. На очистные сооружения должна отводиться наиболее загрязнённая часть поверхностного стока, которая образуется в периоды выпадения дождей, таяния снега и от мойки дорожных покрытий, в количестве не менее 70 % годового объёма стока для селитебных территорий и площадок предприятий, близких к ним по загрязнённости, и всего объёма стока с площадок предприятий, территория которых может быть загрязнена специфическими веществами с токсичными свойствами или значительным количеством органических веществ [1, 2].

4.5. Поверхностные сточные воды с территорий промышленных зон, строительных площадок, складских хозяйств, автохозяйств, а также особо загрязнённых участков, расположенных на селитебных территориях городов и населённых пунктов (бензозаправочные станции, автостоянки, автобусные станции, торговые и торгово-логистические комплексы и др.), перед сбросом в дождевую канализацию или централизованную систему коммунальной канализации должны подвергаться очистке на локальных очистных сооружениях.

4.6. В связи со значительной зависимостью загрязнённости поверхностного стока от санитарного состояния водосборных площадей и воздушного бассейна при проектировании систем дождевой канализации селитебных территорий и площадок предприятий необходимо предусматривать организационно-технические мероприятия по сокращению количества выносимых примесей:

– организацию регулярной уборки территорий;

– проведение своевременного ремонта дорожных покрытий;

– ограждение зон озеленения бордюрами, исключающими смыв грунта во время ливневых дождей на дорожные покрытия;

– повышение эффективности работы пыле- и газоочистных установок с целью максимальной очистки выбросов в атмосферу и предотвращения появления в поверхностном стоке специфических загрязняющих компонентов;

– повышение технического уровня эксплуатации автотранспорта;

– организацию уборки и утилизации снега с автомагистралей, стоянок автомобильного транспорта и других территорий;

– ограждение строительных площадок с упорядочением отвода поверхностного стока по временной системе открытых лотков, осветлением его на 50–70 % в отстойниках и последующим отведением в сеть дождевой канализации;

– упорядочение складирования и транспортирования сыпучих и жидких материалов;

– локализацию участков территории, где неизбежны просыпки и проливы химикатов, с отведением поверхностного стока в систему производственной канализации;

– исключение сброса в дождевую канализацию отходов производства, в том числе и отработанных нефтепродуктов.

4.7. При определении условий выпуска поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий в водные объекты следует руководствоваться «Водным кодексом Российской Федерации» № 74-ФЗ, Федеральным законом РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ, требованиями СанПиН 2.1.5.980-00, указаниями нормативно-методических документов по разработке и утверждению нормативов допустимого сброса (НДС), а также положениями раздела 9 настоящих рекомендаций, разработанным с учётом особенностей формирования и отведения поверхностного стока в водные объекты.

4.8. Выбор схемы отведения и очистки поверхностного стока, а также конструкции очистных сооружений определяется его качественной и количественной характеристиками, условиями отведения и осуществляется на основании оценки технической возможности реализации того или иного варианта и сравнения технико-экономических показателей.

4.9. При проектировании сооружений дождевой канализации населённых мест и промышленных площадок необходимо рассматривать вариант использования очищенных сточных вод для целей производственного водоснабжения, обводнения или орошения.

4.10. Размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для очистных сооружений поверхностного стока закрытого типа до жилой застройки согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 составляет 50 м, открытого типа – 100 м.

5. КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ

5.1. Выбор приоритетных показателей загрязнения поверхностного стока при проектировании очистных сооружений

5.1.1. 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, продолжительности 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.

Сток поливомоечных вод отличается относительно стабильным составом и более высокими концентрациями примесей, чем в дождевом стоке.

5.1.2. Основными загрязняющими компонентами поверхностного стока, формирующегося на селитебных территориях, являются продукты эрозии почвы, смываемые с газонов и открытых грунтовых поверхностей, пыль, бытовой мусор, вымываемые компоненты дорожных покрытий и строительных материалов, хранящихся на открытых складских площадках, а также нефтепродукты, попадающие на поверхность водосбора от автотранспорта и другой техники. Специфические загрязняющие компоненты выносятся поверхностным стоком, как правило, с территорий промышленных зон или попадают в него из приземной атмосферы.

5.1.3. Загрязняющие вещества, присутствующие в поверхностном стоке селитебных территорий, можно классифицировать следующим образом:

– минеральные и органические примеси естественного происхождения, образующиеся в результате абсорбции газов из атмосферы и при эрозии почвы, в том числе: растворённые органические и минеральные вещества, а также грубодисперсные примеси (частицы песка, глины, гумуса);

– вещества техногенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии – нефтепродукты, вымываемые компоненты дорожных покрытий, соединения тяжёлых металлов, СПАВ и другие компоненты, перечень которых зависит от профиля предприятий местной промышленности;

– бактериальные загрязнения, поступающие в водосток при неудовлетворительном санитарно-техническом состоянии территории и канализационных сетей.

5.1.4. Учитывая многообразие факторов, влияющих на формирование поверхностных сточных вод, характер и степень их загрязнения минеральными и органическими компонентами различного происхождения, в качестве приоритетных показателей, на которые следует ориентироваться при выборе технологической схемы очистки поверхностного стока с селитебных территорий, необходимыми и достаточными являются такие обобщённые показатели качества воды, как содержание взвешенных веществ, нефтепродуктов и значение показателей $БПК_{20}$ и ХПК, суммарно характеризующие присутствие легко- и трудноокисляемых органических соединений.

Специфические загрязняющие компоненты в составе поверхностного стока с селитебных территорий, которые подлежат удалению в процессе очистки (например, СПАВ, соли тяжёлых металлов, биогенные элементы), являются,

как правило, результатом техногенного загрязнения или неудовлетворительного санитарно-технического состояния поверхности водосбора. Поэтому их следует включать в перечень приоритетных показателей только по данным натурных исследований.

5.1.5. Удельный вынос естественных примесей с неочищенным дождевым стоком с территории больших городов при плотности населения, близкой к 100 чел/га, а также средних и малых городов с современным уровнем благоустройства для укрупнённых расчётов в первом приближении можно принимать по данным таблицы 1.

Для малых и средних городов со старой малоэтажной застройкой и недостаточным уровнем благоустройства удельный вынос взвешенных веществ следует принимать на 20 % больше по сравнению с данными таблицы 1.

По остальным показателям для малых, средних и крупных городов, селитебная плотность которых отличается от величины 100 чел/га, следует вводить поправочный коэффициент, равный П/100, где П – селитебная плотность населения рассматриваемого объекта.

Таблица 1

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/(га • год)
Взвешенные вещества*	2500
Органические вещества по показателям: ХПК* $БПК_{20}$*	 1000 140
Нефтепродукты*	40
Биогенные элементы: соединения азота соединения фосфора	 6 1,5
Минеральные соли	400

** приоритетные показатели загрязнения поверхностных сточных вод*

5.1.6. Примерный состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий приведён в таблице 2. Наиболее загрязнённым по всем показателям является талый сток, который по значению показателя $БПК_{20}$ приближается к неочищенным хозяйственно-бытовым сточным водам.

5.1.7. Поверхностный сток с территории промышленных предприятий имеет, как правило, более сложный состав и определяется характером основных технологических процессов, а концентрация примесей зависит от вида поверхности водосбора, санитарно-технического состояния и режима уборки территории, эффективности работы систем газо- и пылеулавливания, организации складирования и транспортирования сырья, промежуточных и готовых продуктов, а также отходов производства.

На крупных предприятиях, включающих различные производства, поверхностный сток с отдельных территорий по составу примесей может заметно отличаться от стока с других участков и общего стока, что должно учитываться при разработке технологии очистки и схемы его отведения.

5.1.8. В зависимости от состава примесей, накапливающихся на промышленных площадках и смываемых поверхностным стоком, промышленные предприятия и отдельные их территории можно разделить на две группы (см. таблицу 3).

К первой группе относятся предприятия и производства, сток с территории которых при выполнении требований по упорядочению источников его загрязнения, изложенных в п. 4.6 настоящих рекомендаций, по составу примесей близок к поверхностному стоку с селитебных территорий и не содержит специфических веществ с токсичными свойствами. Основными примесями, содержащимися в стоке с территории предприятий первой группы, являются грубодисперсные примеси, нефтепродукты, сорбированные главным образом на взвешенных веществах, минеральные соли и органические примеси естественного происхождения.

Ко второй группе относятся предприятия, на которых по условиям производства не представляется возможным в полной мере исключить поступление в поверхностный сток специфических веществ с токсичными свойствами или значительных количеств органических веществ, обусловливающих высокие значения показателей ХПК и $БПК_{20}$ стока.

Таблица 2

Площадь стока	Показатели загрязнения, мг/дм³							
	Дождевой сток				Талый сток			
	Взвешенные вещества	$БПК_{20}$	ХПК	Нефтепродукты	Взвешенные вещества	$БПК_{20}$	ХПК	Нефтепродукты
Участки селитебной территории с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий (центральная часть города с административными зданиями, торговыми и учебными зданиями)	400	40	300	8	2000	70	700	20
Современная жилая застройка	650	60	480	12	2500	100	1000	20
Магистральные улицы с интенсивным движением транспорта	1000	80	610	20	3000	120	1200	25
Территории, прилегающие к промышленным предприятиям	2000	90	650	18	4000	150	1500	25
Кровли зданий и сооружений	< 20	< 10	< 80	0,01–0,7	< 20	< 10	< 100	0,01–0,7
Территории с преобладанием индивидуальной жилой застройки; газоны и зелёные насаждения	300	60	400	< 1	1500	100	1000	< 1

5.1.9. ***К первой группе*** относятся предприятия чёрной металлургии (за исключением коксохимического производства), машино- и приборостроительной, электротехнической, угольной, нефтяной, лёгкой, хлебопекарной, молочной, пищевой промышленности, серной и содовой подотраслей химической промышленности, энергетики, автотранспортные предприятия, речные порты, ремонтные заводы, а также отдельные производства нефтеперерабатывающих, нефтехимических, химических и других предприятий, на территорию которых не попадают специфические загрязняющие вещества.

5.1.10. ***Ко второй группе*** относятся предприятия цветной металлургии, обработки цветных металлов, коксохимического производства, бытовой химии, химической, лесохимической, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и микробиологической промышленности, кожевенно-сырьевые и кожевенные заводы, мясокомбинаты, отдельные территории аэродромов (спецплощадки для технического обслуживания воздушных судов, в т.ч. мойки и антиобледенительной обработки, склады горюче-смазочных материалов и др.), производства химической и электрохимической обработки поверхностей металлов (гальванические производства), окрасочные производства, производства синтетических моющих средств и др.

5.1.11. Примерная характеристика дождевых сточных вод по основным показателям загрязнения для предприятий первой и второй групп приведена в таблице 3.

Таблица 3

Показатель	Значение показателей загрязнения дождевых вод, мг/дм³	
	первая группа предприятий	вторая группа предприятий
Взвешенные вещества	400–2000*	500–2000
Солесодержание	200–300	50–3000
Нефтепродукты	10–30 (70*)	До 500
ХПК фильтрованной пробы	100–150**	До 1400
$БПК_{20}$ фильтрованной пробы	20–30**	До 400
Специфические компоненты	Отсутствуют	В зависимости от профиля производства содержат тяжёлые металлы, фенолы, СПАВ, мышьяк, роданиды, фосфор, аммиак, фтор, жиры, масла, белки, углеводороды и т.д.

Примечания.

**Высокие значения для предприятий с интенсивным движением транспорта и значительным потреблением горюче-смазочных материалов, а также АЗС.*

*** С учётом диспергированных примесей указанные показатели увеличиваются в 2–3 раза.*

5.2. Определение расчётных концентраций загрязняющих веществ при отведении поверхностного стока на очистку и выпуске в водные объекты

5.2.1. Концентрации загрязняющих веществ в поверхностном стоке селитебных территорий и промышленных площадок, отводимом по коллекторной сети на очистные сооружения или в водные объекты, рекомендуется принимать по данным натурных исследований. При этом определение средних значений показателей выполняют посредством статистической обработки данных химического анализа, исходя из предположения нормального (или логарифмически нормального) распределения случайных изменений качественного состава воды.

При отсутствии результатов анализа концентрации загрязняющих веществ в поверхностном стоке, отводимом на очистку, допускается принимать по аналогам (селитебные территории должны располагаться в близких природно-климатических районах, а предприятия, помимо этого, должны иметь схожую технологию производства) или определять расчётом как средневзвешенную величину $C_{ср}$, мг/дм^3, по формуле:

$$C_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i F_i}{\sum_{i=1}^{n} F_i} \qquad (1)$$

где:

C_i – концентрация загрязняющих веществ (или показателей качества) в поверхностных сточных водах, отводимых с различных площадей стока, мг/дм^3, принимаются по таблице 2;

$\sum_{i=1}^{n} F_i$ – общая площадь стока, га.

5.2.2. Пробы воды для определения качественного состава поверхностных сточных вод должны отбираться в точках, расположенных:

– при наличии регулирующих и аккумулирующих ёмкостей (накопителей) в составе очистных сооружений накопительного типа – на входе в аккумулирующие резервуары (накопители);

– при наличии очистных сооружений проточного типа – непосредственно на входе на очистные сооружения;

– при отсутствии регулирующих резервуаров и очистных сооружений – на выпуске поверхностных сточных вод в водный объект.

5.2.3. За расчётную концентрацию загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах, отводимых на очистные сооружения после регулирования стока, рекомендуется принимать среднюю величину по имеющемуся ряду наблюдений (выборке из генеральной совокупности) с оценкой доверительного интервала по критерию Стьюдента. Использование доверительного интервала гарантирует, что истинное значение искомой средней величины концентрации лежит в пределах данного интервала. Указанная методика используется в математической статистике для оценки среднего параметра при неизвестной дисперсии и позволяет избежать ошибок в случае коротких рядов наблюдений.

Расчётная концентрация загрязняющего вещества (или показателя качества) для дождевого и талого стока определяется по формуле:

$$C_р = C_{ср} \pm \frac{S^2 t_{0,9}}{\sqrt{n}}, \qquad (2)$$

где:

$C_р$ – расчётная концентрация загрязняющего вещества в поверхностном стоке при отведении на очистку, мг/дм^3;

$C_{ср}$ – среднеарифметическое значение концентрации по используемому ряду наблюдений, мг/дм^3;

s^2 – среднеквадратичное отклонение, определяемое по формуле:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (C_i - C_{ср})^2}{n}, \qquad (3)$$

где:

$t_{0,9}$ – статистический параметр Стьюдента, зависящий от величины выборки, для 90 %-ного уровня доверия, определяется по таблице 4;

n – количество членов выборки (измерений).

Таблица 4

Количество измерений	4	5	6	7-9	10-16	17-150	> 150
Статистический параметр $t_{0,9}$	2,4	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6

Для получения более точных результатов при определении расчётных концентраций загрязняющих веществ в поверхностном стоке количество членов выборки используемого ряда наблюдений (количество измерений) по каждому контролируемому показателю должно быть не менее 10.

5.2.4. Допустимые сбросы загрязняющих веществ (НДС) в водные объекты с поверхностными сточными водами устанавливаются для каждого выпуска, исходя из условия недопустимости превышения ПДК вредных веществ в контрольном створе или на участке водного объекта с учётом его целевого использования [12]. Расчёт выполняется в соответствии с «Методикой разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» [24], основные положения которой приводятся в разделе 9 настоящих рекомендаций.

6. СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ

6.1. Системы и схемы отведения поверхностных сточных вод

6.1.1. В зависимости от целесообразности совместного или раздельного отведения на очистку хозяйственно-бытовых, производственных и поверхностных сточных вод проектируют общесплавную, раздельную или полураздельную системы водоотведения.

Выбор системы отведения поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий осуществляется исходя из климатических условий объекта проектирования, рельефа местности, требований к качеству очистки сточных вод и возможных условий отведения очищенных сточных вод в водный объект или на повторное использование. Для небольших городов с населением от 75 до 350 тыс. человек экономически выгодной и достаточно эффективной в санитарно-гигиеническом отношении является полураздельная система канализации, при которой очистка загрязнённой части поверхностного стока производится совместно с городскими и промышленными сточными водами на сооружениях биологической очистки. При этом достигаются достаточно высокие показатели качества очищенных сточных вод по основным показателям загрязнения: взвешенным веществам, нефтепродуктам, ХПК и $БПК_{полн}$.

В большинстве крупных городов Российской Федерации канализация построена по принципу полной раздельной системы. С точки зрения охраны водных объектов от загрязнения раздельные системы водоотведения при наличии в их составе централизованных или локальных очистных сооружений являются наиболее эффективными, но более дорогостоящими. Их рекомендуется проектировать независимо от крупности городов в климатических районах с большой интенсивностью дождей (не менее 80 л/с на 1 га при продолжительности 20 мин и периоде однократного превышения 1 год).

Для климатических районов с интенсивностью дождей более 90 л/с на 1 га при проектировании систем водоотведения с очистными сооружениями, рассчитанными на приём стоков от дождей с периодом однократного превышения расчётной интенсивности 0,05–0,1 года, приведенные затраты на раздельную и полураздельную системы канализации практически равноценны [10].

В любом случае при проектировании выбор систем водоотведения селитебных территорий и площадок предприятий должен осуществляться на основании технико-экономического сравнения возможных вариантов с учётом местных условий, протяжённости сети, необходимости строительства перекачивающих насосных станций и требований к качеству очищаемого стока. Общесплавные системы водоотведения, допускающие сброс смеси неочищенных городских, промышленных и поверхностных сточных вод в водные объекты через ливнеспуски во время интенсивных (ливневых) дождей, для проектирования не рекомендуются, как не обеспечивающие санитарно-экологическую безопасность водных объектов.

6.1.2. При разработке систем отведения поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий следует исходить из конкретных условий проектируемого объекта: размеров, конфигурации и рельефа водосборного бассейна, источников загрязнения территории, наличия свободных площадей для строительства очистных сооружений. При этом следует учитывать:

– необходимость локализации отдельных участков производственных территорий с отводом поверхностных сточных вод, содержащих специфические примеси, в производственную канализацию или после предварительной очистки – в дождевую;

– целесообразность раздельного отведения и очистки стока с площадей, отличающихся по характеру и интенсивности загрязнения территории;

– целесообразность частичного или полного использования очищенного поверхностного стока для промышленного водоснабжения, в том числе: для подпитки охлаждающих систем оборотного водоснабжения или на полив территории;

– возможность и целесообразность подачи поверхностного стока с селитебных территорий на локальные очистные сооружения отдельных площадей стока города, а с территорий предприятий – на очистные сооружения предприятия, промышленного узла, района или города с соблюдением установленных правил пользования системами коммунальной канализации.

6.1.3. При очистке поверхностных сточных вод с территорий промышленных предприятий первой группы, не содержащих специфических примесей с токсичными свойствами, может предусматриваться устройство самостоятельных очистных сооружений, обеспечивающих отведение очищенных сточных вод непосредственно в водный объект, а также отведение поверхностных сточных вод предприятий в централизованную систему дождевой канализации населённых пунктов с целью дальнейшей совместной очистки с поверхностными или бытовыми сточными водами на городских (районных) очистных сооружениях.

6.1.4. Очистка поверхностного стока с территорий промышленных предприятий второй группы, содержащего специфические примеси с токсичными свойствами, может производиться как отдельно, так и совместно с производственными или хозяйственно-бытовыми сточными водами предприятия. Отведение их в городскую или дождевую канализацию (водосток) должно осуществляться согласно правилам и нормативным требованиям, предъявляемым к качеству стоков, принимаемым в эти системы.

6.1.5. Отведение поверхностных сточных вод на очистные сооружения и в водные объекты следует предусматривать по возможности в самотечном режиме по пониженным участкам площади стока. Перекачка поверхностного стока допускается при возникновении технической необходимости, связанной с большим заглублением сети дождевой канализации, сложным рельефом местности и т.д.

6.1.6. На территории населённых пунктов и промышленных предприятий следует применять закрытые системы отведения поверхностных сточных вод. Отведение по открытой системе водостоков с использованием разного рода лотков, канав, кюветов, оврагов, ручьёв и малых рек допускается для селитебных территорий с малоэтажной индивидуальной застройкой, посёлков в сельской местности, а также парковых территорий с устройством мостков или труб на пересечениях с дорогами.

Отведение (в том числе, на очистку) поверхностного стока с автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса, расположенных вне населённых пунктов, допускается выполнять лотками и кюветами.

6.1.7. Очистка поверхностных сточных вод с селитебных территорий городов, сельских населённых пунктов, площадок предприятий и других объектов может осуществляться как раздельно, так и совместно с городскими сточными водами за счёт устройства на коллекторах дождевой канализации разделительных камер и регулирующих ёмкостей (резервуаров), позволяющих уменьшить диаметры коллекторов большой протяжённости и снизить гидравлическую нагрузку на городские очистные сооружения.

Принципиальные схемы регулирования поверхностного стока в сети дождевой канализации перед подачей на очистные сооружения, приведены в разделе 6.4 настоящих рекомендаций.

6.1.8. Системы отведения поверхностных сточных вод должны учитывать возможность приёма дренажных вод из сопутствующих дренажей, теплосетей и общих коллекторов подземных коммуникаций [15].

6.2. Определение расчётных расходов дождевых, талых и дренажных вод в коллекторах дождевой канализации

6.2.1. Расходы воды в коллекторах дождевой канализации, Q_r, л/с, отводящих сточные воды с селитебных территорий и площадок предприятий, следует определять методом предельных интенсивностей [1, 2] по формулам:

– при постоянном коэффициенте стока Ψ_{mid}

$$Q_r = \frac{\Psi_{mid} \cdot A \cdot F}{t_r^n} \qquad (4)$$

– при переменном коэффициенте стока

$$\Psi_{mid} = Z_{mid} \cdot A^{0,2} \cdot t_r^{0,1}$$

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2\,n-0,1}} \qquad (5)$$

где:

Ψ_{mid} – средний коэффициент стока, определяется в соответствии с указаниями п. 6.2.6, как средневзвешенная величина в зависимости от значений постоянных коэффициентов стока Ψ_i для различных видов поверхности водосбора;

Z_{mid} – среднее значение коэффициента (покрова), характеризующего поверхность бассейна стока, определяется в соответствии с указаниями п. 6.2.6, как средневзвешенная величина в зависимости от значений коэффициента Z_i для различных видов поверхности водосбора;

A, n – параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности, определяются в соответствии с указаниями п. 6.2.3;

F – расчётная площадь стока, га, определяется в соответствии с указаниями п. 6.2.5;

t_r – расчётная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчётного участка; определяется в соответствии с указаниями п. 6.2.7.

Примечание *– расходы дождевых вод в коллекторах дождевой канализации Q_r допускается определять по формуле (4) при постоянных коэффициентах стока Ψ_i в том случае, если водонепроницаемые поверхности составляют более 30 % от общей площади водосборного бассейна, что характерно для большинства предприятий и центральных районов городской застройки.*

6.2.2. При гидравлическом расчёте дождевых сетей расчётные расходы дождевых вод, Q_{cal}, л/с, следует определять с учётом возникновения напорного режима по формуле:

$$Q_{cal} = \beta \cdot Q_r, \qquad (6)$$

где:

β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной ёмкости сети в момент возникновения напорного режима, определяется по таблице 5.

Q_r – расход воды в коллекторе дождевой канализации, л/с.

Таблица 5

Показатель степени *n*	≤ 0,4	0,5	0,6	≥ 0,7
Коэффициент β	0,8	0,75	0,7	0,65

Примечания

1. При уклонах местности 0,01–0,03 указанные значения коэффициента β следует увеличивать на 10–15 %, при уклонах местности свыше 0,03 принимать равным единице.

2. Если общее число участков на дождевом коллекторе или на участке притока сточных вод менее 10, то значение β при всех уклонах допускается уменьшать на 10 % при числе участков 4–10 и на 15 % при числе участков менее 4.

6.2.3. Параметры A и n определяются по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров (осадкомеров) местных метеорологических станций за период не менее 25 лет или по данным территориальных управлений Гидрометеослужбы. При отсутствии обработанных данных параметр А допускается определять по формуле:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^{\gamma} \qquad (7)$$

где:

q_{20} – интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин при P = 1 год, определяется по чертежу Приложения 1;

n – показатель степени, определяемый по таблице Приложения 2;

P – период однократного превышения расчётной интенсивности дождя, годы, принимается согласно п. 6.2.4;

γ – показатель степени, принимаемый по таблице Приложения 2;

m_r – среднее количество дождей за год, принимаемое по таблице Приложения 2;

Примечание *– область применения формулы (7) ограничивается значениями периода однократного превышения расчётной интенсивности в интервале от 0,33 до 10 лет и продолжительностью дождя от 10 мин до 4-6 часов [8]. При $P<0,33$ года параметр А рекомендуется определять по формуле (16).*

6.2.4. Период однократного превышения расчётной интенсивности дождя необходимо выбирать в зависимости от характера объекта канализования, условий расположения коллектора с учётом последствий, которые могут быть вызваны выпадением дождей, превышающих расчётные, и принимать по табл. 6 и 7 или определять расчётом в зависимости от условий расположения коллектора, интенсивности дождей q_{20}, площади водосборного бассейна и коэффициента стока по предельному периоду превышения.

При проектировании дождевой канализации вблизи особых сооружений (метро, вокзалов, подземных переходов), а также для засушливых районов, где значения q_{20} менее 50 л/(с·га) при P=1 год, период однократного превышения расчётной интенсивности дождя следует определять только с учётом предельного периода превышения расчётной интенсивности дождя, указанного в таблице 8. При этом периоды однократного превышения расчётной интенсивности дождя, определённые расчётом, не должны быть менее указанных в таблицах 6 и 7.

Таблица 6

Условия расположения коллекторов		**Период однократного превышения расчётной интенсивности дождя *P*, годы, для населённых пунктов при значении q_{20}**			
на проездах местного значения	**на магистральных улицах**	< 60	60–80	80–120	> 120
Благоприятные и средние	Благоприятные	0,33-0,5	0,33–1	0,5–1	1–2
Неблагоприятные	Средние	0,5–1	1–1,5	1–2	2–3
Особо неблагоприятные	Неблагоприятные	2–3	2–3	3–5	5–10
Особо неблагоприятные	Особо неблагоприятные	3–5	3–5	5–10	10–20

Примечания

1. Благоприятные условия расположения коллекторов: бассейн площадью не более 150 га имеет плоский рельеф при среднем уклоне поверхности 0,005 и менее; коллектор проходит по водоразделу или в верхней части склона на расстоянии от водораздела не более 400 м.

2. Средние условия расположения коллекторов: бассейн площадью свыше 150 га имеет плоский рельеф с уклоном 0,005 м и менее; коллектор проходит в нижней части склона по тальвегу с уклоном склонов 0,02 м и менее, при этом площадь бассейна не превышает 150 га.

3. Неблагоприятные условия расположения коллекторов: коллектор проходит в нижней части склона, площадь бассейна превышает 150 га; коллектор проходит по тальвегу с крутыми склонами при среднем уклоне склонов свыше 0,02.

4. Особо неблагоприятные условия расположения коллекторов: коллектор отводит воду из замкнутого пониженного места (котловины).

Таблица 7

Результат кратковременного переполнения сети	**Период однократного превышения расчётной интенсивности дождя *P* (годы), для территории промышленных предприятий при значениях q_{20}**		
	< 60	70–100	> 100
Технологические процессы предприятия не нарушаются	0,33–0,5	0,5–1	2
нарушаются	0,5–1	1–2	3–5

Примечания

1. Для предприятий, расположенных в замкнутой котловине, период однократного превышения расчётной интенсивности дождя следует определять расчётом или принимать равным не менее, чем 5 годам.

2. Для предприятий, поверхностный сток которых может быть загрязнён специфическими загрязнениями с токсичными свойствами или органическими веществами, обусловливающими высокие значения показателей ХПК и БПК (т. е. предприятия второй группы), период однократного превышения расчётной интенсивности дождя следует принимать с учётом экологических последствий подтоплений не менее, чем 1 год.

Таблица 8

Характер бассейна, обслуживаемого коллектором	Предельный период превышения интенсивности дождя *P*, годы, в зависимости от условий расположения коллектора			
	благоприятные	средние	неблагоприятные	особо неблагоприятные
Территории кварталов и проезды местного значения	10	10	25	50
Магистральные улицы	10	25	50	100

6.2.5. Расчётную площадь стока F, га, для рассчитываемого участка сети необходимо принимать равной всей площади стока или части её, дающей максимальный расход стока.

Если площадь стока коллектора составляет 500 га и более, то в формулы (4) и (5) следует вводить поправочный коэффициент K, учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади водосбора (принимается по таблице 9).

6.2.6. Значения коэффициентов покрова Z_i и постоянных коэффициентов стока Ψ_i, для различных видов поверхности стока, используемые для определения средневзвешенных коэффициентов Z_{mid} и Ψ_{mid} при определении расходов дождевых вод Q_r в сети дождевой канализации по формулам (4) и (5), приведены в таблице 10, для водонепроницаемых поверхностей — в таблице 11.

Таблица 9

Площадь стока, га	500	1 000	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000
Значение коэффициента *K*	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70	0,60	0,55

Таблица 10

Вид поверхности стока	Коэффициент покрова Z_i	Постоянный коэффициент стока Ψ_i
Водонепроницаемые поверхности (кровли и асфальтобетонные покрытия)	0,33–0,23 (принимается по таблице 11)	0,95
Брусчатые мостовые и щебёночные покрытия	0,224	0,6
Булыжные мостовые	0,145	0,45
Щебёночные покрытия, не обработанные вяжущими материалами	0,125	0,4
Гравийные садово-парковые дорожки	0,09	0,3
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,064	0,2
Газоны	0,038	0,1

Таблица 11

Параметр *n*	Коэффициент *Z* при параметре *A*								
	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1500
Менее 0,65	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23
0,65 и более	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24

6.2.7. Расчётную продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам от места выпадения до расчётного участка (сечения), t_r, мин, следует определять по формуле:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \qquad (8)$$

где:

t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или (при наличии дождеприёмников в пределах квартала) до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин, определяется согласно п. 6.2.8;

t_{can} – то же, по уличным лоткам до дождеприёмника на улице (при отсутствии их в пределах квартала), определяется по формуле (10);

t_p – то же, по трубам до рассчитываемого сечения (створа) коллектора, определяется по формуле (11).

Если закрытая дождевая сеть и дождеприёмники расположены внутри кварталов жилой застройки или на территории предприятий, то $t_{can} = 0$, а формула (8) приобретает вид:

$$t_r = t_{con} + t_p \qquad (9)$$

Схемы к определению продолжительности протекания дождевых вод t_r по поверхности и трубам по формулам (8) и (9) приведены на рисунке 1.

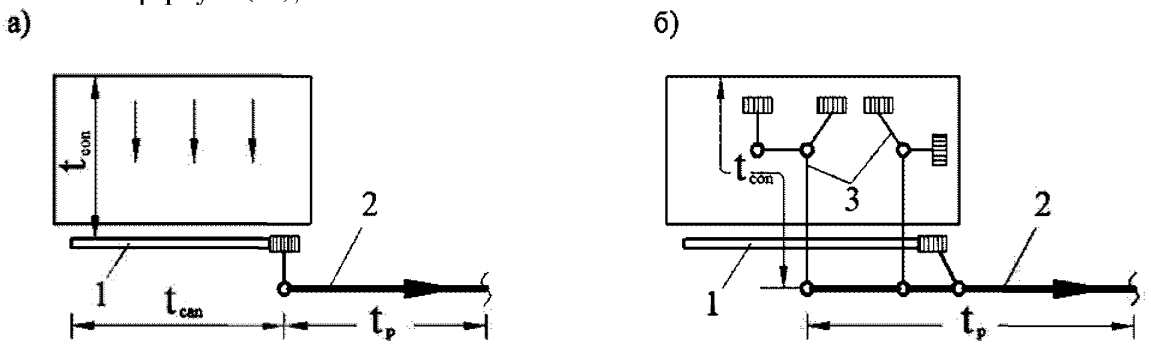


Рисунок 1. **Схемы к определению продолжительности протекания дождевых вод t_r**

а) при отсутствии закрытой внутриквартальной дождевой сети;
б) при наличии закрытой внутриквартальной дождевой сети.
1 – открытый лоток;
2 – уличный коллектор;
3 – закрытая внутриквартальная канализационная сеть.

6.2.8. Время поверхностной концентрации дождевого стока t_{con} следует определять расчётом или принимать в населённых пунктах, при отсутствии внутриквартальных закрытых дождевых сетей, равным 5-10 мин (рис. 1а), при их наличии – равным 3-5 мин (рис. 1б).

При расчёте внутриквартальной канализационной сети (или промплощадки) время поверхностной концентрации t_{con} надлежит принимать равным 2–3 мин.

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам t_{can}, мин, следует определять по формуле:

$$t_{can} = 0{,}021 \sum_{i=1}^{n} \frac{l_{can}}{v_{can}}, \qquad (10)$$

где:

l_{can} – длина участков лотков, м;

v_{can} – расчётная скорость течения на участке, м/с, принимается в соответствии с продольным уклоном лотков по таблицам гидравлического расчёта.

Продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения t_p, мин, следует определять по формуле:

$$t_p = 0{,}017 \sum_{i=1}^{n} \frac{l_p}{v_p}, \qquad (11)$$

где:

l_p – длина расчетных участков коллектора, м;

v_p – расчётная скорость течения на участке, м/с, принимается в соответствии с гидравлическим расчётом сети (выполняется по таблицам для гидравлического расчёта канализационных сетей с учётом материала трубопроводов [17, 18]).

При расчёте времени поверхностной концентрации t_{con} продолжительность протекания дождевых вод по крыше и водосточным трубам допускается принимать 0,5 мин, продолжительность протекания по внутриквартальным лоткам – определять расчётом по формуле (10).

Примечание *– время добегания дождевого стока до рассматриваемого сечения коллекторной сети из*

формулы (8), принимаемое равным продолжительности дождя t_r, как правило, составляет больше 10 мин. При величине расчётной продолжительности протекания дождевых вод t_r менее 10 мин, в формулу (4) и (5) следует вводить поправочный коэффициент, равный 0,8 при t_r=5 мин и 0,9 при t_r=7 мин.

6.2.9. Расходы талых вод из-за различия условий снеготаяния по годам и в течение суток, а также неоднородности снежного покрова на застроенных территориях, могут колебаться в широких пределах. Но, они значительно меньше расходов дождевых вод и в большинстве случаев при расчёте водосточных сетей во внимание не принимаются. Необходимость в их определении возникает при выполнении проверочных расчётов при отведении стоков с водосборных бассейнов с большой долей грунтовых поверхностей и зелёных насаждений.

Ориентировочно расчётные расходы талых вод в водосточной сети при весеннем снеготаянии, Q_T, л/с, рекомендуется [8] определять по слою стока талых вод за часы снеготаяния в течение суток по формуле:

$$Q_r = \frac{5{,}5 \cdot h_c \cdot K_y \cdot F}{10 + t_r} \qquad (12)$$

где:

5,5 – переводной коэффициент;

h_c – суточный слой талого стока заданной обеспеченности за 10 дневных часов, мм

F – площадь стока, га;

t_r – продолжительность протекания талых вод до расчётного участка, ч.

K_y – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега; рекомендуется принимать равным 0,5-0,8 или рассчитывать по формуле:

$$K_y = 1 - \frac{F_y}{F} \qquad (13)$$

где:

F_y – площадь, очищаемая от снега (включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками);

Величина суточного слоя талого стока h_C, мм, заданной обеспеченности для различных климатических районов страны определяется по таблице 12.

Границы климатических районов определяются по карте районирования территории страны по слою талого стока, приведенной в Приложении 3 на основании литературных данных [7, 8].

При определении расчётных расходов талых вод Q_T в период весеннего снеготаяния значения суточных слоёв талого стока h_C для выделенных 4-х районов (1, 2, 3 и 4) рекомендуется принимать при обеспеченности 50-63 %, что соответствует периоду однократного превышения P=1–1,5 года.

6.2.10. Расход инфильтрационных и дренажных вод, отводимых по сети дождевой канализации и влияющих на качественную и количественную характеристику поверхностного стока, следует определять на основании специальных исследований, а также посредством замеров поступления воды в коллекторную сеть в сухую погоду.

При выполнении расчётов следует руководствоваться положениями СП 116 13330.2012 [20] «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов», СП 104.13330.2012 [21] «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления», а также пособия к СНиП 2.06.15–85 «Прогнозы подтопления и расчёт дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях» [22].

Таблица 12

Высота слоя талых вод, h_C, мм, за 10 дневных часов для различных климатических районов РФ [10, 11]

Климатический район	Обеспеченность, %									
	1	2	3	10	20	50	63	86	95	99
	Период однократного превышения, *P*, лет									
	99,5	49,5	32,8	9,5	4,5	1,5	1	0,5	0,33	0,22
1	55	51	44	37	31	25	20	14	10	7,5
2	44	41	36	30	25	20	16	11	8	6
3	33	30	26	22	19	15	12	8	6	4,5
4	42	37	30	25	16	7	5,5	4	3	2

Расчётный расход притока инфильтрационных вод в коллектор дождевой канализации, л/с, в сухую погоду при известном удельном притоке инфильтрационных вод определяется по формуле:

$$Q_{инф} = q \cdot F \qquad (14)$$

где:

q – удельный приток дренажных (инфильтрационных) вод, л/(с·га);

F – площадь стока коллектора, га.

6.3. Определение расчётных расходов сточных вод полураздельной системы канализации

6.3.1. При проектировании полураздельной системы канализации расчётный расход смеси сточных вод в общесплавных коллекторах Q_{mix}, л/с, определяется согласно СНиП 2.4.03-85 по формуле:

$$Q_{mix} = Q_{cit} + \Sigma Q_{lim} \qquad (15)$$

где:

Q_{cit} – максимальный расчётный расход производственных и бытовых сточных вод с учётом коэффициента неравномерности, л/с;

ΣQ_{lim} – максимальный, подлежащий очистке расход дождевого стока, равный сумме предельных расходов дождевых вод Q_{lim}, направляемых в общесплавной коллектор от каждой разделительной камеры, расположенной до рассчитываемого участка сети, л/с.

6.3.2. Расчётный расход дождевых вод от «предельного» дождя Q_{lim}, л/с, направляемый из разделительной камеры в общесплавной коллектор, может быть определён двумя способами.

По 1-ому способу расчётный расход дождевых вод, направляемых от разделительной камеры в общесплавной коллектор Q_{lim}, л/с, рекомендуется определять [1, 2] исходя из расчёта сети дождевой канализации на приём стоков от «предельного» дождя с периодом однократного превышения интенсивности P_{lim} в пределах 0,05-0,1 года, обеспечивающим отведение на очистку не менее 70 % годового объёма поверхностных сточных вод.

При указанных значениях P_{lim} определение климатического параметра A_{lim} при расчёте расхода Q_{lim} от «предельного» дождя рекомендуется [8] осуществлять по формуле:

$$A_{lim} = 20^{n} \cdot q_{20} \cdot \frac{\sqrt[3]{P_{lim}} - \tau}{1 - \tau} \qquad (16)$$

где:

n – показатель степени, зависящий от географического расположения объекта и периода однократного превышения расчётной интенсивности дождя (определяется по таблице Приложения 2);

q_{20} – интенсивность дождя для данной местности, л/с на 1 га, продолжительностью 20 мин при P = 1 год (определяется по чертежу Приложения 1);

τ – параметр, приводится в таблице 13; зависит от географического коэффициента C, характеризующего вероятность интенсивности осадков (принимается по схеме районирования территории страны, приведенной в Приложении 4);

P_{lim} – период однократного превышения интенсивности «предельного» дождя, в годах, сток от которого направляется в общесплавной коллектор, следует принимать в пределах 0,05-0,2 года в зависимости от годового количества жидких осадков $H_д$ для конкретной местности на основании таблицы 14 (для средней полосы РФ, как правило, оставляет не менее 0,1 года).

Таблица 13

Географический коэффициент «С»	≤1	1	1,2
Параметр τ	0,2	0,24	0,27

Таблица 14

Годовое количество жидких атмосферных осадков, $H_д$, мм	**Период однократного превышения интенсивности «предельного» дождя, P_{lim}, год**
<250	0,2
250-400	0,15
400-500	0,1
500-750	0,075
>750	0,05

Примечание – *Данные о количестве жидких осадков за год для конкретной местности приведены в СП 131.13330. 2012 «Строительная климатология» [3].*

Для селитебных территорий и предприятий 1-ой группы предельный расход дождевых вод Q_{lim}, л/с, направляемый от разделительной камеры в общесплавной коллектор, может быть определён по формулам:

– при постоянном коэффициенте стока Ψ_{mid}

$$Q_{lim} = \frac{\Psi_{mid} \cdot 20^n \cdot q_{20} \cdot (\sqrt[3]{P_{lim}} - \tau) \cdot F}{(1 - \tau) \cdot t^n} \quad (17)$$

– при переменном коэффициенте стока $\Psi_{mid} = Z_{mid} \cdot A^{0,2} \cdot t_r^{0,1}$

$$Q_{lim} = \frac{Z_{mid} \cdot \left(20^n \cdot q_{20} \cdot \frac{\sqrt[3]{P_{lim}} - \tau}{(1 - \tau)}\right)^{1,2} \cdot F}{t^{1,2n - 0,1}} \quad (18)$$

где:

Ψ_{mid} – средний коэффициент стока (определяется в соответствии с указаниями п. 6.2.6 как средневзвешенная величина в зависимости от значений постоянных коэффициентов стока Ψ_i для различных видов поверхности водосбора, приведенных в таблице 10);

Z_{mid} – среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока, определяется в соответствии с указаниями п. 6.2.6 как средневзвешенная величина в зависимости от значений коэффициента Z_i для различных видов поверхности водосбора, приведенных в таблицах 10 и 11;

n – показатель степени, зависящий от географического расположения объекта и периода однократного превышения расчётной интенсивности дождя (определяется по таблице Приложения 2);

q_{20} – интенсивность дождя для данной местности, л/с на 1 га, продолжительностью 20 мин при P=1 год (определяется по чертежу Приложения 1);

P_{lim} – период однократного превышения интенсивности «предельного» дождя, в годах, принимается по таблице 14 настоящих рекомендаций;

F – суммарная площадь водосборного бассейна, обслуживаемая расчётным сечением дождевого коллектора перед разделительной камерой, га;

t – расчётная продолжительность дождя, мин., равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчётного участка при «предельном» дожде.

Примечания.

1. К моменту вычисления «предельного» расхода Q_{lim} перед разделительной камерой по формулам (17) и (18) величины q_{20}, Z_{mid}, n, t_{con} известны из результатов ранее выполненного гидравлического расчёта дождевого коллектора с периодом однократного превышения P, выбранным по таблицам 6 и 7.

2. Время поверхностной концентрации t_{con} при вычислении «предельных» расходов принимается в пределах 10-15 мин.

При 2-ом способе определение «предельных» расходов Q_{lim}, л/с, осуществляется с помощью коэффициента разделения после выполнения гидравлического расчёта сети дождевой канализации, когда уже известны расчётные расходы Q_r в коллекторе перед разделительной камерой [13].

В том случае, если расходы в сети дождевой канализации определёны при P=1 год, расчётный расход дождевых вод, направляемый в общесплавной коллектор, может быть определён по формуле:

$$Q_{lim} = K_1 \cdot Q_r \quad (19)$$

Для иных значений периода однократного превышения интенсивности P (в пределах 0,33-10 лет) расчётная формула имеет вид:

$$Q_{lim} = K_1 \cdot K_2 \cdot Q_r \quad (20)$$

где:

K_1 и K_2 – коэффициенты, учитывающие изменение параметров стока при уменьшении значений P, принятых при гидравлическом расчёте дождевой сети;

Q_r – расчётный расход в коллекторе дождевой канализации перед разделительной камерой, л/с, определяется согласно п. 6.2.1.

Значения коэффициентов K_1 и K_2 в зависимости от величины C и n для различных условий расчёта сети и очистных сооружений дождевой канализации приведены в таблицах 15 и 16, значения параметра n – в таблице Приложения 2, коэффициент C приведён на схеме районирования Приложения 4.

Таблица 15

Значение P_{lim}, принятое при расчёте предельного расхода дождевых вод, годы	Коэффициент K_1 при значении C					
	0,85		1,0		1,2	
	n≤0,7	n>0,7	n≤0,7	n>0,7	n≤0,7	n>0,7
0,2	0,41	0,39	0,38	0,35	0,36	0,33
0,15	0,34	0,31	0,31	0,27	0,29	0,25
0,1	0,26	0,22	0,23	0,19	0,21	0,17
0,08	0,23	0,19	0,18	0,15	0,16	0,12
0,05	0,15	0,12	0,12	0,09	0,09	0,06

Таблица 16

Значение P, принятое при расчёте дождевой сети, годы	Коэффициент K_2 при значении C		
	0,85	1,0	1,2
0,33	2,12	2,56	3,38
0,5	1,51	1,67	1,9
1	1,0	1,0	1,0
2	0,71	0,69	0,65
3	0,61	0,57	0,53
5	0,52	0,47	0,41

6.3.3. Формулы (17)-(20) могут быть использованы для определения расходов дождевых вод Q_{lim}, направляемых в общесплавные коллекторы при проектировании на селитебных территориях и предприятиях первой группы полураздельных систем отведения сточных вод.

Для предприятий второй группы разделение поверхностного стока не допускается, а отведение его в общесплавной городской коллектор производится только после локальной очистки всего объёма.

Отведение поверхностного стока с территории предприятий без предварительного разделения и регулирования для совместной очистки с производственными сточными водами и их последующим использованием в производстве может рекомендоваться для предприятий как первой, так и второй группы, имеющих в своём составе водоёмкие производства с оборотными системами водоснабжения и значительными по объёму накопительными ёмкостями.

6.4. Регулирование расходов сточных вод в сети дождевой канализации

6.4.1. Вероятностный характер выпадения атмосферных осадков обусловливает крайнюю неравномерность расходов поверхностных сточных вод в сети дождевой канализации.

Организация систем отведения поверхностных сточных вод с больших водосборных бассейнов при высоких значениях расчётной интенсивности дождя, как правило, требует заложения коллекторов больших диаметров в конечных участках сети. Для уменьшения диаметров коллекторов без снижения общей пропускной способности сети производится ***регулирование расхода дождевого стока***.

6.4.2. Расходы воды в сети дождевой канализации согласно типовому гидрографу дождевого стока обычно быстро нарастают, достигая расчётного максимума, а затем снижаются – сначала резко, а потом медленно до полного прекращения стока.

Для регулирования расхода сточных вод на коллекторах дождевой канализации большой протяжённости устанавливаются ***разделительные камеры (ливнесбросы)*** с водосливным устройством и/или ***регулирующие резервуары***, куда направляется пиковый расход стока, образующийся в периоды выпадения интенсивных дождей.

Период поступления дождевого стока из подводящего коллектора с максимальным расходом, превышающим значение предельного (зарегулированного) расхода, непродолжителен и составляет, как правило, от десятков минут до нескольких часов. По истечении этого периода расход стока в сети уменьшается ниже расчётного зарегулированного значения, после чего становится возможным опорожнение регулирующего резервуара в отводящий коллектор зарегулированного стока. Принципиальные схемы регулирования дождевого стока, отличающиеся способом включения регулирующих резервуаров в систему водоотведения [8, 14], приведены на рисунке 2.

По схеме регулирования 1 на самотечном коллекторе сети устанавливается разделительная камера. Через перегородку разделительной

камеры поток воды, превышающий предельное значение расхода, поступает в регулирующий резервуар. Опорожнение резервуара в участок сети за разделительной камерой осуществляется насосом с небольшим постоянным расходом, не превышающим расчётный расход стока в сети после разделительной камеры.

По схеме регулирования 2 входящий в регулирующий резервуар трубопровод переходит в донный лоток, отводящая способность которого должна быть равна отводящей способности выходящего трубопровода, т.е. предельному не сбрасываемому в резервуар расходу. При поступлении расхода, превышающего предельное значение, вода заполняет лоток и переливается в регулирующий резервуар.

По схеме регулирования 3 на самотечном коллекторе сети дождевой канализации так же, как и в ***схеме 2***, устанавливается разделительная камера, направляющая поток воды с превышающим предельное значение расходом в регулирующий резервуар. Резервуар опорожняется по трубопроводу малого диаметра в участок сети за разделительной камерой.

Отведение воды из регулирующего резервуара в сетевой коллектор обеспечивается наличием перепада между ребром водослива разделительной камеры и отметкой присоединения отводной трубы к коллектору не меньшим, чем глубина регулирующего резервуара. Это условие требует значительного заглубления отводящего коллектора, поэтому ***схема 3*** является редко применяемым способом регулирования.

6.4.3. Расчёт объёма регулирующего резервуара выполняется по методу предельных интенсивностей с использованием расчётных зависимостей типового гидрографа дождевого стока, приведенного на рисунке Приложения 5. В общем виде расчёт сводится к определению оптимального соотношения между объёмом регулирующего резервуара и пропускной способностью коллектора с зарегулированным расходом.

Пропускная способность коллектора с зарегулированным расходом выбирается из технико-экономических соображений, но не менее, чем для пропуска стока от дождей с периодом однократного превышения интенсивности P≥0,33 года.

Методика расчёта объёма резервуара для регулирования расхода поверхностного стока приведена в Приложении 5.

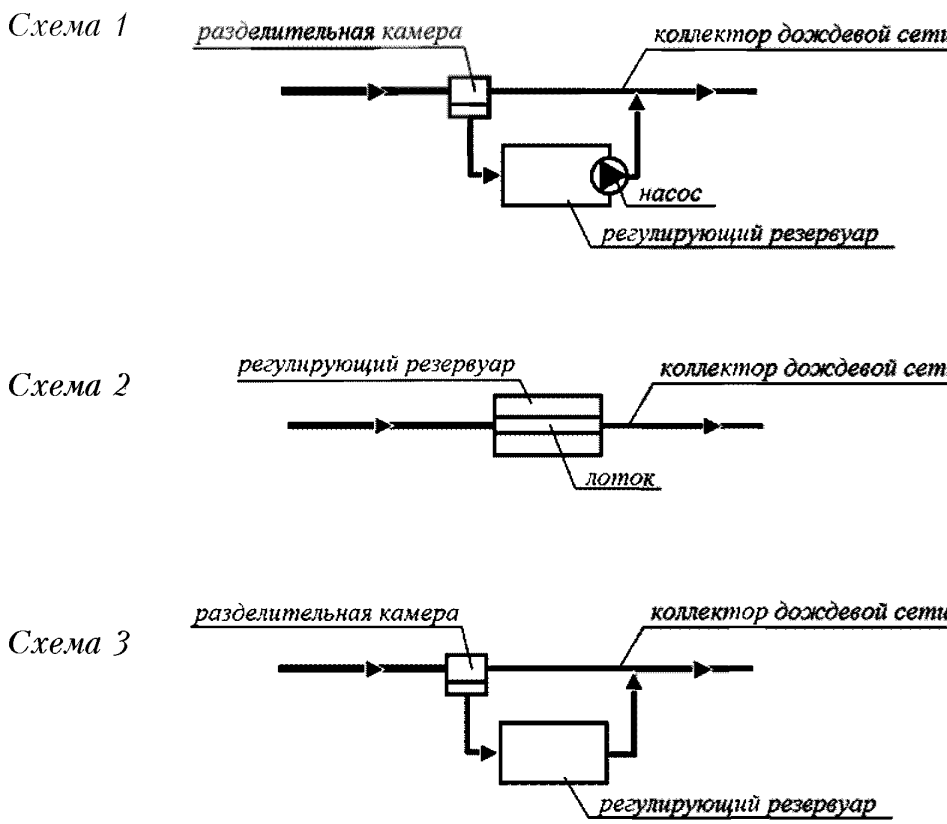


Рисунок 2. **Принципиальные схемы регулирования расхода дождевого стока в сети дождевой канализации**

6.4.4. При проектировании разделительных камер для регулирования расхода в сети дождевой канализации следует отдавать предпочтение конструкциям, обеспечивающим постоянное значение зарегулированного расхода при изменении в широком диапазоне расхода перед камерой. Этому условию в наибольшей степени удовлетворяют разделительные камеры типа донного слива и камеры с разделительной стенкой с отверстием.

6.4.5. В зависимости от местных условий и требований СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 регулирующие резервуары могут выполняться в виде открытых или закрытых подземных ёмкостей, либо соответствующим образом оборудованных прудов-регуляторов. В регулирующих резервуарах происходит накопление оседающих и всплывающих загрязнений. Поэтому в резервуарах следует предусматривать технические средства для периодической очистки резервуара либо автоматического взрыхления (размыва) осадка.

6.4.6. В схеме регулирования 1 экономически целесообразно применение насосов погружного типа. Система управления должна обеспечивать автоматическое включение и отключение насосных агрегатов, автоматический ввод резервных насосов. Для защиты от засорения насосных агрегатов грубыми механическими примесями в схеме регулирования 1 на входе в регулирующий резервуар предусматривается установка мусоросборных корзин или решёток с прозорами 5–40 мм в зависимости от типа применяемых насосов.

6.5. Перекачка поверхностного стока

6.5.1. При проектировании сетей дождевой канализации следует обеспечивать преимущественно самотечный режим отведения дождевых вод. В отдельных случаях, обусловленных, в основном, особенностями рельефа местности территории водосбора, возникает необходимость установки насосных станций для перекачки поверхностных сточных вод.

6.5.2. Главной особенностью расчёта насосных станций перекачки сточных вод в сети дождевой канализации является выполнение следующих условий:

– обеспечение отведения стоков без ухудшения режима работы вышерасположенных участков канализационной сети (без увеличения частоты ее кратковременного переполнения),

– повышенные требования к экономичности конструкции, обусловленные крайней неравномерностью режима работы насосной станции.

6.5.3. Расчёт производительности насосных станций перекачки сточных вод в сети дождевой канализации выполняется по методу предельных интенсивностей с использованием расчётных зависимостей типового гидрографа дождевого стока, приведенного на рисунках Приложения 6.

В общем виде расчёт насосных станций перекачки дождевого стока заключается в определении оптимального соотношения между максимальной (пиковой) производительностью насосов и величиной рабочего объёма приёмного резервуара насосной станции. Методика расчёта производительности и объёма приёмного резервуара насосных станций приведена в Приложении 6.

6.5.4. При проектировании насосных станций перекачки поверхностных сточных вод следует учитывать крайнюю неравномерность и нерегулярность их работы со значительными периодами простоя. Предпочтение следует отдавать наиболее простым и экономичным конструкциям, к которым относятся станции с насосами погружного типа.

В целях компенсации неравномерности поступления поверхностных стоков в насосную станцию следует принимать не менее двух однотипных рабочих насосов с автоматической системой выравнивания их рабочего времени. Для уменьшения размеров насосной станции число рабочих насосов следует принимать не более трёх с одним резервным.

6.5.5. В приёмных резервуарах насосных станций большого объёма происходит накопление оседающих и всплывающих примесей. Для таких случаев следует предусматривать технические средства для периодической очистки резервуара либо использовать насосное оборудование с системой автоматического взрыхления (размыва) осадка. Во избежание засорения насосных агрегатов грубыми механическими примесями предусматривается установка мусоросборных корзин или решёток с прозорами 5-40 мм в зависимости от типа применяемых насосов.

6.5.6. Система автоматизации насосных станций должна обеспечивать включение и отключение насосных агрегатов, включение дополнительных насосных агрегатов в соответствии с уровнем заполнения приёмного резервуара, автоматический ввод резервного оборудования.

7. РАСЧЁТНЫЕ ОБЪЁМЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ

7.1. Определение среднегодовых объёмов поверхностных сточных вод

7.1.1. Среднегодовой объём поверхностных сточных вод, образующихся на селитебных территориях и площадках предприятий в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, определяется по формуле:

$$W_{г} = W_{д} + W_{т} + W_{м} \qquad (21)$$

где:

$W_{д}$, $W_{т}$ *и* $W_{м}$ – среднегодовые объёмы дождевых, талых и поливомоечных вод соответственно, м^3.

7.1.2. Среднегодовой объём дождевых $W_{д}$ и талых $W_{т}$ вод, м^3, стекающих с селитебных территорий и промышленных площадок, определяется по формулам:

$$W_{д} = 10 \cdot h_{д} \cdot \Psi_{д} \cdot F; \qquad (22)$$

$$W_{т} = 10 \cdot h_{т} \cdot \Psi_{т} \, F \cdot K_{у}; \qquad (23)$$

где:

10 – переводной коэффициент;

F – общая площадь стока, га;

$h_{д}$ и $h_{т}$ – слой осадков за тёплый и холодный период года соответственно, мм, определяется, по таблицам СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [3];

$\Psi_{д}$ и $\Psi_{т}$ – общие коэффициенты стока дождевых и талых вод соответственно;

$K_{у}$ – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле (13) п. 6.2.9.

7.1.3. При определении среднегодового количества дождевых вод $W_{д}$, стекающих с селитебных территорий, общий коэффициент стока $\Psi_{д}$ для общей площади стока F рассчитывается как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с разным видом поверхности, согласно таблице 17.

Таблица 17

Вид поверхности или площади стока	Общий коэффициент стока, $\Psi_{д}$
Кровли и асфальтобетонные покрытия	0,6–0,7
Булыжные или щебёночные мостовые	0,4–0,5
Кварталы города без дорожных покрытий, небольшие скверы, бульвары	0,2–0,3
Газоны	0,1
Кварталы с современной застройкой	0,4–0,5
Средние города	0,4–0,5
Небольшие города и поселки	0,3–0,4

7.1.4. При определении среднегодового объёма дождевых вод $W_Д$, стекающих с территорий промышленных предприятий и производств, значение общего коэффициента стока $\Psi_Д$ находится как средневзвешенная величина для всей площади стока с учётом средних значений коэффициента стока для разного вида поверхностей, которые следует принимать:

– для водонепроницаемых покрытий – 0,6-0,8;
– для грунтовых поверхностей – 0,2;
– для газонов – 0,1.

7.1.5. При определении среднегодового объёма талых вод общий коэффициент стока $\Psi_т$ с селитебных территорий и площадок предприятий с учётом уборки снега и потерь воды за счёт частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей можно принимать в пределах 0,5-0,7.

7.1.6. Общий годовой объём поливомоечных вод $W_м$, м³, стекающих с площади водосбора, определяется по формуле:

$$W_М = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_М \cdot \Psi_М, \qquad (24)$$

где:

10 – переводной коэффициент;

m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий; при механизированной уборке принимается 1,2–1,5 л/м² на одну мойку [5, 16], при ручной – 0,5 л/м²;

k – среднее количество моек в году для средней полосы РФ составляет 100-150;

$F_М$ – площадь твёрдых покрытий, подвергающихся мойке, га;

$\Psi_М$ – коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается 0,5).

7.1.7. Среднегодовой объём дренажных (инфильтрационных) вод $W_{др}$, м³/год, поступающих в систему дождевой канализации, следует определять на основе специальных изысканий, а также посредством замеров поступления воды в коллекторную сеть в сухую погоду. Вычисления среднегодового объёма дренажных вод $W_{др}$, м³/год, при известном удельном притоке дренажных (инфильтрационных) вод следует осуществлять по формуле:

$$W_{др} = \frac{q_{уд} \cdot F \cdot T}{1000}, \qquad (25)$$

где:

$q_{уд}$ – удельный расход дренажного стока, л/с с 1 га;

F – площадь стока, га;

T – время работы дренажной системы в течение года, сек.

При выполнении расчётов следует руководствоваться положениями СП 116 13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов» [20], СП 104.13330.2012 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления» [21], а также Пособия к СНиП 2.06.15–85 «Прогнозы подтопления и расчёт дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях» [22].

7.2. Определение расчётных объёмов дождевых сточных вод, отводимых на очистку

7.2.1. Объём расчётного дождя $W_{ос.д}$, м³, который полностью направляется на очистные сооружения, определяется по формуле:

$$W_{ОС.Д} = 10 \cdot h_a \cdot \Psi_{mid} \cdot F, \text{ м}^3; \qquad (26)$$

где:

10 – переводной коэффициент;

h_a – максимальный суточный слой осадков, мм, образующихся за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объёме (расчётный дождь); определяется в соответствии с п.п. 7.2.2 и 7.2.3 настоящих рекомендаций;

Ψ_{mid} – средний коэффициент стока для расчётного дождя, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i для разного вида поверхностей;

F – общая площадь территории водосбора, га.

Средний коэффициент стока Ψ_{mid} определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных коэффициентов дождевого стока $\Psi_{iд}$ с разного вида покрытий поверхности по формуле:

$$\Psi_{mid} = \frac{\Sigma F_i \cdot \Psi_{iд}}{F} \qquad (27)$$

где:

F_i – площадь участка канализуемой территории с соответствующим видом покрытия;

F – общая площадь водосборного бассейна, га;

$\Psi_{iд}$ – постоянный коэффициент дождевого стока для соответствующего вида покрытия. Принимается по таблице 10, п. 6.2.6 настоящих рекомендаций.

7.2.2. ***Для селитебных территорий и предприятий первой группы*** величина максимального суточного слоя дождя h_a, сток от которого подвергается очистке в полном объёме, определяется из условия обеспечения приёма на очистку не менее 70 % годового объёма дождевого стока.

Методика расчёта h_a основана на построении зависимости суммарного за год принимаемого на очистные сооружения слоя дождевых (жидких) осадков (в %) от величины максимального суточного слоя дождя (в мм), принимаемого на очистные сооружения в полном объёме.

В качестве исходных данных для расчёта h_a используются статистически обработанные данные многолетних наблюдений метеостанций (не менее чем за 10–15 лет) за атмосферными осадками в конкретной местности или на ближайших репрезентативных метеостанциях. При отсутствии указанных данных рекомендуется применять статистически обработанные данные многолетних наблюдений, приведенные в научно-прикладном справочнике по климату [6].

Метеорологическую станцию можно считать репрезентативной относительно рассматриваемой площади стока, если выполняются следующие условия:

– расстояние от станции до площади водосбора объекта менее 100 км;

– разница высотных отметок площади водосбора над уровнем моря и метеостанции не превышает 50 м.

Методика определения и пример расчёта величины h_a для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы приведена в Приложении 7.

Область применения методики ограничивается площадью водосбора, не превышающей 1000 га.

7.2.3. ***Для предприятий второй*** группы величина максимального суточного слоя дождя h_a, мм, сток от которого подвергается очистке в полном объёме, принимается равной максимальному за год суточному слою атмосферных осадков от дождей с обеспеченностью 63 %, что соответствует периоду однократного превышения суточного слоя осадков P=1 год.

7.2.4. Величина h_a при P=1 может быть определена двумя способами:

1 способ определения – на основании данных многолетних (не менее чем за 10–15 лет) наблюдений метеостанций за атмосферными осадками в конкретной местности или на ближайших репрезентативных метеостанциях. При отсутствии таких данных величина h_a с обеспеченностью 63 % (а также, при необходимости, с иной обеспеченностью) определяется по климатическому справочнику [6].

2 способ определения – расчётным путём по формуле:

$$H_p = H_{cp} \cdot (1 + c_v \cdot \Phi), \text{ мм}, \qquad (28)$$

где:

H_p – максимальный суточный слой осадков требуемой обеспеченности, мм $H_p = h_a$;

H_{cp} – значение среднего максимума суточного слоя осадков, мм;

Φ – нормированные отклонения от среднего значения при разных значениях обеспеченности $p_{об}$, %, и коэффициента асимметрии c_s;

c_v – коэффициент вариации суточных осадков.

Параметры формулы (28) – $H_{ср}$, Φ, c_v и c_s определяются по таблицам, приведенным в Приложениях 9-11 настоящих рекомендаций, составленным на основании справочных данных и литературных источников [7, 9, 10].

Методика и пример расчёта максимального суточного слоя атмосферных осадков h_a с заданной вероятностью превышения для предприятий второй группы приведены в Приложении 8 настоящих рекомендаций. Данным способом можно также определить суточный слой атмосферных осадков при иных значениях обеспеченности (периода однократного превышения суточного слоя дождевых осадков).

7.3. Определение расчётных суточных объёмов талых вод, отводимых на очистку

7.3.1. Суточный объём талых вод, $W_т^{сут}$, м^3, отводимых на очистные сооружения с селитебных территорий и площадок предприятий в середине периода весеннего снеготаяния, определяется по формуле:

$$W_т^{сут} = 10 \cdot h_c \cdot F \cdot \Psi_т \cdot K_у \qquad (29)$$

где:

10 – переводной коэффициент;

h_c – слой талых вод за 10 дневных часов, мм;

F – площадь стока, га;

$\Psi_т$ – общий коэффициент стока талых вод (принимается 0,5–0,7);

$K_у$ – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле (13) п. 6.2.9 настоящих рекомендаций.

При наличии данных многолетних наблюдений за атмосферными осадками на местных (ближайших) метеостанциях величину h_C допускается определять исходя из запаса воды (мм) в снежном покрове, согласно п. 7.3.2, или средней высоты снежного покрова (см), согласно п. 7.3.3, на последний день декады перед весенним снеготаянием. При отсутствии указанных данных h_C определяется на основании указаний п. 7.3.4.

7.3.2. Расчёт суточного слоя стока h_C, мм, при известном запасе воды в снежном покрове на последний день декады перед весенним снеготаянием выполняется по формуле:

$$h_C = \frac{H_C}{t_C \cdot k}, \text{ мм} \qquad (30)$$

где:

H_C – запас воды в снежном покрове по снегосъёмкам на последний день декады перед весенним снеготаянием, мм, принимается по данным многолетних наблюдений (не менее чем за 10-15 лет) на ближайших метеостанциях или по таблицам климатических справочников [6];

t_C – продолжительность снеготаяния, сутки; принимается в зависимости от местных климатических условий по данным многолетних наблюдений за снежным покровом на ближайших метеостанциях;

k – коэффициент, учитывающий продолжительность снеготаяния в течение суток; при снеготаянии в течение 10 дневных часов k=0,417.

7.3.3. Расчёт суточного слоя талого стока h_c при известной средней декадной высоте снежного покрова к началу снеготаяния выполняется в зависимости от средней интенсивности процесса снеготаяния [8] по формуле:

$$q_C = 1{,}16 \cdot \frac{\rho \cdot h}{t_C \cdot k}, \text{ л/(с·га)}, \qquad (31)$$

где:

ρ – плотность снежного покрова на последний день декады к началу снеготаяния, может приниматься в пределах 0,30-0,60 г/см^3 (уточняется по данным многолетних наблюдений);

h – средняя декадная высота снежного покрова к началу снеготаяния, см, определяется на основании данных многолетних наблюдений за атмосферными осадками на ближайших метеостанциях или по таблицам климатических справочников [6].

7.3.4. При отсутствии данных по запасу воды в снежном покрове H_C, или о средней высоте снежного покрова h на последний день декады перед весенним снеготаянием, суточный объём талых вод $W_T^{СУТ}$, м^3, отводимых на очистные сооружения, может рассчитываться исходя из значений суточных слоёв талых вод h_C заданной обеспеченности [10, 11], которые приводятся для четырёх климатических районов РФ в таблице 12 п. 6.2.9 настоящих рекомендаций.

Границы климатических районов определяются по карте районирования территории страны по слою талого стока [7; 8], приведенной в Приложении 3. Основная часть территории РФ относится к районам 1 и 2. Южная граница района 3 (северная граница района 2) проходит приблизительно по Северному полярному кругу. Район 4 включает в себя Сальские и Астраханские степи, а также южную часть Сибири.

При расчёте суточного объёма талых вод $W_T^{СУТ}$, м^3, отводимых на очистные сооружения в период весеннего снеготаяния, значения суточных слоёв талого стока h_C рекомендуется принимать при обеспеченности (вероятности превышения) в пределах 50-95 %, что соответствует периоду однократного превышения P = 0,33-1,0 года. На границах районов (до 20 км) допускается принимать средние значения суточных слоёв талого стока.

Методика и примеры расчёта суточного объёма талых вод $W_T^{СУТ}$, м^3, отводимых на очистные сооружения по трём возможным вариантам расчёта приведены в Приложении 12 настоящих рекомендаций.

При расчёте суточного слоя талых вод h_C в качестве исходных данных использовались статистически обработанные данные многолетних наблюдений за снежным покровом, приведенные в таблицах научно-прикладного справочника по климату [6].

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

8.1. Расчётная производительность очистных сооружений накопительного типа

8.1.1. При проектировании очистных сооружений накопительного типа для определения их производительности $Q_{ОС}$, л/с, следует принимать большее из значений производительности, рассчитанных по дождевому $Q_{ОС.Д}$ и талому $Q_{ОС.Т}$ стоку.

8.1.2. Производительность очистных сооружений, рассчитываемая по дождевому стоку $Q_{ОС.Д}$, л/с, определяется по формуле:

$$Q_{ОС.Д} = \frac{W_{ос.д} + W_{тп}}{3{,}6 \cdot (T_{оч} - T_{отст} - T_{тп})}, \text{ л/(с·га)}, \quad (32)$$

где:

$W_{ОС.Д}$ – объём стока от расчётного дождя, м³, отводимого на очистные сооружения – объём расчётного дождя. Расчёт $W_{ОС.Д}$ приводится в разделе 7.2 настоящих рекомендаций;

$W_{тп}$ – суммарный объём загрязнённых вод, образующихся при обслуживании технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма стока от расчётного дождя, м³;

$3{,}6$ – переводной коэффициент;

$T_{оч}$ – нормативный период переработки объёма стока от расчётного дождя, отводимого на очистные сооружения, ч;

$T_{тп}$ – суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма стока от расчётного дождя, отводимого на очистные сооружения, ч;

$T_{отст}$ – минимальная продолжительность отстаивания стока в аккумулирующем резервуаре, ч.

Основываясь на данных многолетних наблюдений за средней продолжительностью периодов между стокообразующими дождями нормативный период переработки объёма стоков от расчётного дождя $T_{оч}$ (период опорожнения аккумулирующего резервуара) рекомендуется принимать в пределах 2-3 суток. В отдельных случаях этот период может быть увеличен на основании достоверных статистически обработанных данных многолетних наблюдений за характером выпадающих дождей и продолжительностью интервалов сухой погоды в конкретной местности.

Продолжительность отстаивания стоков $T_{отст}$ определяется исходя из величины гидравлической крупности выделяемых в аккумулирующем резервуаре частиц механических примесей и гидравлической глубины резервуара при его максимальном расчётном заполнении. При использовании аккумулирующего резервуара только для регулирования расхода отводимых на очистку сточных вод величина продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$ при расчёте по формуле (32) исключается.

8.1.3. Производительность очистных сооружений, рассчитываемая по талому стоку $Q_{ос.т}$, л/с, определяется по формуле (33) на основании суточного объёма талых вод в середине периода снеготаяния $W_т^{сут}$, периода его переработки $T_{оч}^{т}$, минимальной продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$, продолжительности технологических перерывов в работе очистных сооружений $T_{тп}$ (например, при промывке фильтров) и запаса производительности для очистки объёма загрязнённых вод $W_{тп}$, образующихся при обслуживании технологического оборудования очистных сооружений (загрязнённая вода от промывки фильтров, фильтрат от оборудования по обезвоживанию осадков и т. п.):

$$Q_{ОСТ} = \frac{W_т^{сут} + W_{тп}}{3{,}6 \cdot (T_{оч}^{т} - T_{отст} - T_{тп})}, \text{ л/(с·га)}, \quad (33)$$

где:

$W_т^{сут}$ – суточный объём талых вод в середине периода снеготаяния, м³, рассчитывается в соответствии с разделом 7.3 настоящих рекомендаций);

$W_{тп}$ – суммарный объём загрязнённых вод, образующихся при обслуживании технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки суточного объёма талого стока, м³;

$3{,}6$ – переводной коэффициент;

$T_{оч}^{т}$ – нормативный период переработки суточного объёма талого стока, ч.

$T_{отст}$ – минимальная продолжительность отстаивания стока в аккумулирующем резервуаре, ч, определяется в соответствии с п. 8.1.2;

$T_{тп}$ – суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки суточного объёма талого стока в середине периода снеготаяния, ч;

Учитывая, что продолжительность процесса весеннего снеготаяния на большей части территории РФ в среднем составляет 6-10 часов в сутки, нормативный период переработки суточного объёма талых вод $T_{оч}^{т}$ должен приниматься не менее 14 ч. В ряде случаев он может быть увеличен за счёт увеличения рабочего объёма аккумулирующего резервуара.

При использовании аккумулирующего резервуара только для регулирования расхода отводимых на очистку сточных вод величина продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$ при расчёте по формуле (33) исключается.

8.2. Расчётная производительность очистных сооружений проточного типа

8.2.1. Расчётная производительность очистных сооружений проточного типа определяется исходя из требования приёма на очистку не менее 70 % годового объёма поверхностных сточных вод. Расчёт производительности очистных сооружений при очистке дождевого стока $Q_{ос.д}$, л/с, следует выполнять по методикам, приведённым в п. 6.3.2. При этом следует принимать:

– расчётный расход $Q_{ос}$, направляемый из разделительной камеры на очистку соответствующим значению Q_{lim};

– период однократного превышения расчётной интенсивности дождя, $P_{ос}$ соответствующим значению P_{lim};

– климатический параметр $A_{ос}$ при принятом значении $P_{ос}$, соответствующим климатическому параметру A_{lim}.

Величину периода однократного превышения интенсивности «предельного» дождя $P_{ос}$, сток от которого полностью направляется на очистные сооружения проточного типа, рекомендуется принимать в пределах 0,05-0,2 года в зависимости от годового количества жидких осадков $H_{д}$ для конкретной местности (см. таблицу 14 в п. 6.3.2.). Для средней полосы РФ $P_{ос}$, как правило, составляет не менее 0,1 года.

8.2.2. При проектировании очистных сооружений проточного типа следует:

– выполнять проверочный расчёт производительности очистных сооружений в режиме очистки талого стока по формулам, приведенным в п. 6.2.9;

– учитывать расход притока инфильтрационных и дренажных вод в сети дождевой канализации (см. п. 6.2.10).

8.2.3. Использование очистных сооружений проточного типа для очистки поверхностных сточных вод допускается в исключительных случаях при соответствующем техническом обосновании (см. далее раздел 10.2 настоящих рекомендаций).

9. УСЛОВИЯ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ

9.1. Общие положения

9.1.1. Отведение поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий в водные объекты должно производиться в соответствии с положениями Федерального закона «Об охране окружающей среды», Водного кодекса РФ, требованиями к охране поверхностных вод, изложенным в СанПиН 2.1.5.980–00 и ГОСТ 17.1.3.13–86.

9.1.2. При разработке водоохранных мероприятий по предотвращению загрязнения водных объектов поверхностным стоком с селитебных территорий и площадок предприятий в первую очередь должны быть определены: территории, сток с которых необходимо подвергать очистке; период однократного превышения расчётной интенсивности дождя, отвечающий характеру водосборного бассейна и условиям расположения коллекторной сети; требуемая степень очистки сточных вод в зависимости от условий их выпуска в водный объект или при повторном использовании.

9.1.3. На очистные сооружения следует отводить поверхностный сток с городских территорий, отличающихся значительной величиной нагрузки по загрязняющим веществам, т. е. от промышленных зон, районов многоэтажной жилой застройки с интенсивным движением автотранспорта и пешеходов, крупных транспортных магистралей, торгово-логистических центров, а также населённых пунктов с малоэтажной (коттеджной) застройкой. При этом, согласно СанПиН 2.1.5.980–00, отведение поверхностного стока с промышленных площадок и жилых зон через дождевую канализацию должно исключать поступление в неё хозяйственно-бытовых сточных вод и промышленных отходов.

9.1.4. При раздельной системе водоотведения поверхностного стока с селитебных территорий очистные сооружения должны, как правило, размещаться на устьевых участках главных коллекторов дождевой канализации перед выпуском в водный объект. Места выпуска сточных вод в водный объект должны согласовываться в установленном порядке согласно действующему законодательству.

9.1.5. При установлении условий организованного сброса поверхностных сточных вод в водные объекты должны учитываться общие ограничения и требования к санитарной охране водных объектов, изложенные в Водном кодексе РФ и СанПиН 2.1.5.980–00:

– запрет на сброс сточных вод в пределах первого и второго поясов зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, в местах туризма, спорта и массового отдыха населения, в пределах первого и второго поясов санитарной охраны курортов, а также в водные объекты, обладающие природными лечебными свойствами;

– не допускается сброс в водные объекты, а также на поверхность ледяного покрова и водосборную территорию снега, бытового мусора и других отходов, формирующихся на территории населённых мест и промышленных площадок;

– не допускается выпуск поверхностного стока в непроточные водоёмы, размываемые овраги, замкнутые ложбины и заболоченные территории;

– не допускается использование естественных понижений рельефа (ручьёв, оврагов, балок) в качестве коллекторов для сброса сточных вод без надлежащей гидроизоляции (в целях защиты подземных вод), а также без мероприятий по предотвращению размыва грунта ниже выпуска.

9.1.6. При поступлении в дождевую канализацию производственных сточных вод или наличии в поверхностном стоке специфических примесей (сток с территории промышленных предприятий 2-ой группы) к выпуску его в водный объект предъявляются такие же требования, как к выпуску производственных сточных вод. При этом необходимая степень очистки определяется из условий соблюдения в контрольном створе (пункте) водоприёмника нормативных требований, предъявляемых к качеству воды водного объекта с учётом его целевого использования.

9.1.7. Условия отведения поверхностных сточных вод с территории предприятий в дождевую или городскую (коммунальную) канализацию населённого пункта, а также

нормативы сброса загрязняющих веществ со сточными водами регламентируются действующими правилами приёма поверхностных сточных вод в указанные системы канализации.

При наличии в системе дождевой канализации населённого пункта централизованных или локальных очистных сооружений поверхностный сток с территории предприятий 1-ой группы, при согласовании с организациями ВКХ, может быть направлен в водосточную сеть без предварительной очистки.

Поверхностные сточные воды с территории предприятий 2-ой группы перед отведением в дождевую канализацию населённого пункта, а также при их совместном отведении с производственными сточными водами должны подвергаться обязательной предварительной очистке от специфических загрязняющих веществ на самостоятельных (локальных) очистных сооружениях.

9.1.8. Возможность приёма поверхностных сточных вод с территорий предприятий как первой, так и второй группы в систему коммунальной канализации городов и населённых пунктов (с целью совместной очистки с хозяйственно-бытовыми сточными водами) определяется условиями приёма сточных вод в эту систему и рассматривается в каждом конкретном случае при наличии резерва мощности очистных сооружений.

9.1.9. В системах отведения поверхностных сточных вод с территорий населённых пунктов и промышленных площадок должна учитываться возможность поступления в коллекторную сеть инфильтрационных и дренажных вод из сопутствующих дренажей, теплосетей, общих коллекторов подземных коммуникаций [15, 21], а также незагрязнённых сточных вод промышленных предприятий.

9.1.10. Для предотвращения загрязнения водных объектов талым стоком с территорий населённых пунктов с развитой сетью автомобильных дорог и интенсивным движением транспорта в зимний период необходимо предусматривать организацию уборки и вывоза снега с депонированием на «сухих» снегосвалках, или его сброс в снегоплавильные камеры с последующим отводом талых вод в канализационную сеть.

«Сухие» снегосвалки следует размещать на свободных (резервных) городских территориях на железобетонном водонепроницаемом основании. Сброс талых вод в канализацию или водный объект должен осуществляться после предварительной очистки на локальных очистных сооружениях.

В конструкциях снегоплавильных камер должно предусматриваться растапливание сбрасываемого снега в течение всего зимнего периода, а также задержание крупного мусора и песка. Наиболее приемлемым решением проблемы удаления снега, вывозимого с городских территорий, является сочетание «сухих» снегосвалок и снегоплавильных камер, размещаемых с учётом наличия свободных площадей, а также пропускной способности городских канализационных коллекторов и мощности очистных сооружений.

9.1.11. При отсутствии вблизи сельских населённых пунктов, коттеджных посёлков и небольших предприятий первой группы (с площадью водосбора не более 3 га) водоёмов и оврагов, пригодных для выпуска дождевых вод, сброс их после очистки может осуществляться в испарительные бессточные пруды, поглощающие колодцы, траншеи или фильтрационные бассейны (после согласования с местными органами санитарного надзора и охраны вод).

Бессточные пруды и поглощающие колодцы (траншеи) допускается применять для сброса дождевых вод от внутренних водостоков зданий, а также отдельных водосборных площадей с водонепроницаемыми покрытиями при условии, что сброс стоков в другие места и присоединение к общей дождевой канализационной сети или открытым водостокам затруднены из-за рельефа местности (или вертикальной планировки).

9.1.12. При сооружении бессточных прудов (или использовании существующих) и поглощающих колодцев (траншей) необходимы благоприятные климатические, геологические и гидрогеологические условия. При проектировании бессточных прудов необходим расчёт на соответствие притока сточных вод потерям на испарение и инфильтрацию в грунт. Устройство поглощающих колодцев (траншей) целесообразно при наличии хорошо фильтрующих грунтов (коэффициент фильтрации не менее 15 м/сут.), низком уровне грунтовых вод и только в том случае, если на данном участке они не используются для хозяйственно-бытовых нужд.

9.1.13. Отведение дождевых и талых вод с кровель промышленных зданий и сооружений, оборудованных внутренними водостоками, допускается в дождевую канализацию без очистки при соответствующем обосновании.

9.2. Определение нормативов допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ и микроорганизмов при выпуске поверхностных сточных вод в водные объекты

9.2.1. Нормативы допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ и микроорганизмов при выпуске поверхностных и других категорий сточных вод в водные объекты определяются в соответствии с положениями Водного законодательством РФ, действующими нормативно-методическими документами [23, 24] и устанавливаются для каждого выпуска поверхностных сточных вод, исходя из условий недопустимости превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в контрольном створе или на участке водного объекта с учётом его целевого использования. В случае одновременного использования водного объекта или его участков для различных целей к составу и свойствам воды, согласно ГОСТ 17.1.3.13–86, предъявляются наиболее жёсткие нормы качества вод из числа установленных.

9.2.2. Расчёт нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ и микроорганизмов с поверхностными сточными водами, организованно отводимыми в водные объекты, осуществляется в соответствии с «Методикой разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» [24], разработанной на основании постановления Правительства РФ № 469 «О порядке утверждения НДС веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

Величины НДС определяются исходя из нормативов качества воды водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного видов водопользования. Если нормативы качества воды водных объектов не могут быть достигнуты из-за воздействия природных факторов, не поддающихся регулированию, то величины НДС определяются исходя из условий соблюдения в контрольном створе сформировавшегося природного фонового качества вод [24].

9.2.3. Для веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности при всех видах водопользования, НДС определяются так, чтобы для веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности (ЛПВ), содержащихся в воде водного объекта, сумма отношений концентраций каждого вещества к соответствующим ПДК не превышала единицы.

9.2.4. Для сбросов сточных вод в черте населённого пункта НДС определяются исходя из отнесения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов к самим сточным водам.

9.2.5. НДС разрабатываются сроком на 5 лет в соответствии с нормативами допустимого воздействия (НДВ) на водные объекты. Пересмотр и уточнение НДС осуществляется до истечения срока их действия, в следующих случаях [24]:

– при изменении более чем на 20 % показателей, определяющих водохозяйственную обстановку (появление новых и изменение параметров существующих сбросов сточных вод и водозаборов, изменение расчётных условий водотока, фоновой концентрации и др.);

– при изменении технологии производства, метода очистки сточных вод и параметров сброса;

– при утверждении (пересмотре) в установленном порядке НДВ на водные объекты.

9.2.6. При расчёте НДС для водохозяйственного участка, величины НДС устанавливаются с учётом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды В случае отсутствия утвержденных в установленном порядке нормативов допустимого воздействия на водные объекты (НДВ), величины НДС рассчитываются для отдельных водопользователей.

9.2.7. Величины НДС для отдельных выпусков поверхностных сточных вод в водотоки определяются для всех категорий водопользователей как произведение максимального часового расхода сточных вод q, ($м^3/ч$) на допустимую концентрацию загрязняющего вещества $C_{НДС}$, ($г/м^3$) по формуле:

$$НДС = q \cdot C_{НДС} \qquad (34)$$

Основная расчётная формула для определения допустимой концентрации $C_{НДС}$ имеет вид:

– без учёта неконсервативности вещества

$$C_{НДС} = n \cdot (C_{ПДК} - C_{ф}) + C_{ф}; \qquad (35)$$

– с учётом неконсервативности вещества

$$C_{НДС} = n \cdot (C_{ПДК} \cdot e^{kt} - C_{ф}) + C_{ф} \qquad (36)$$

где:

$C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³;

$C_ф$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке, г/м³, выше выпуска сточных вод, определяется в соответствии с действующими методическими документами по проведению расчётов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков;

n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, равная произведению кратности начального разбавления $n_н$ на кратность основного разбавления $n_о$

$$n = n_н \cdot n_о$$

k – коэффициент неконсервативности органических веществ, показывающий скорость потребления кислорода, зависящий от характера органических веществ, 1/сут;

t – время добегания сточных вод от места выпуска до расчётного створа, сутки.

Кратность общего разбавления поверхностных сточных вод при выпуске в водный объект, определяется согласно п. 9.2.10

9.2.8. За фоновую концентрацию загрязняющего вещества $C_ф$ принимается его концентрация в воде водного объекта, в створе, расположенном выше по течению, но как можно ближе к месту сброса поверхностных сточных вод. Местоположение точки отбора проб для определения фоновой концентрации должно располагаться таким образом, чтобы сточная вода не могла оказывать влияние на результат определения ни при каких гидрологических условиях.

Учитывая сезонную динамику расходов и качества воды водных объектов, за фоновую концентрацию вещества принимается статистически обоснованная верхняя доверительная граница средних значений концентраций этого вещества, рассчитанная по результатам химических наблюдений за последние 5 лет для каждого выделенного гидрологического сезона:

– летне-осеннюю и зимнюю межень года 95 %-ной обеспеченности при соответствующем объёме стока;

– весеннее или весенне-летнее половодье года 50 %-ной обеспеченности при соответствующем объёме стока.

9.2.9. Если естественные фоновые концентрации веществ в воде водного объекта, сформировавшиеся под воздействием природных факторов, превышают установленные ПДК, то для этих водных объектов при расчёте НДС загрязняющих веществ с поверхностными сточными водами могут применяться региональные нормативы качества воды.

9.2.10. Кратность разбавления поверхностных сточных вод n при выпуске в водные объекты определяется по методикам, принятым для расчёта кратности разбавления промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, отводимых в водные объекты. Но, учитывая особенности формирования поверхностных сточных вод и режим отведения, в качестве расчётных гидрологических условий рекомендуется принимать средние расходы воды в фоновом створе для каждого выделенного гидрологического сезона (весеннего или весенне-летнего половодья, летне-осенней и зимней межени).

9.2.11. Расчётным расходом поверхностных сточных вод $Q_{ст}$, м³/с, при определении кратности разбавления поверхностного стока с водой водного объекта является максимальный среднесуточный (зарегулированный) расход, на пропуск которого рассчитаны очистные сооружения поверхностного стока.

9.2.12. Допустимый годовой сброс загрязняющего вещества с дождевыми и талыми водами определяется по формулам:

$$НДС_Д = W_Д \cdot C_{НДС}, \quad (37)$$

$$НДС_Т = W_Т \cdot C_{НДС}, \quad (38)$$

где:

$W_Д$ – средний годовой объём дождевого стока, м³;

$W_Т$ – средний годовой объём талых сточных вод, м³;

$C_{НДС}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества, г/м³.

9.2.13. При отсутствии данных по гидрологическому режиму водного объекта, фоновым концентрациям или региональным нормативам качества воды рекомендуется проведение специальных наблюдений с привлечением при необходимости специализированных научных и проектных организаций.

10. ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

10.1. Общие положения

10.1.1. Проектирование и расчёт систем очистки поверхностных сточных вод следует производить по действующим в Российской Федерации нормам и правилам проектирования, а также положениям специальных нормативно-методических документов, включая настоящие рекомендации.

10.1.2. Применяемые для очистки поверхностных сточных вод реагенты и материалы должны быть рекомендованы нормативно-методическими документами, сертифицированы и иметь документально подтвержденное широкое применение для указанных целей.

10.1.3. В случае применения для очистки поверхностных сточных вод новых не регламентированных в официально действующих нормативно-методических документах технологий, сооружений, аппаратов, устройств, а также технологических водоочистных реагентов и материалов в проектной документации должны быть представлены результаты опытно-промышленных испытаний новых технологий, сооружений, реагентов и материалов, данные эксплуатации действующих аналогов, данные зарубежного опыта по созданию, эксплуатации и мониторингу подобных объектов [12], а также заключения специализированных профильных экспертных организаций.

10.1.4. Степень очистки поверхностного стока с площадок предприятий и селитебных территорий определяется условиями его приёма в системы водоотведения населённых пунктов или условиями выпуска в водные объекты. При повторном использовании в системах производственного водоснабжения очищенный поверхностный сток должен отвечать технологическим требованиям, предъявляемым потребителями, и быть безопасным в санитарно-эпидемиологическом отношении в соответствии с требованиями, установленными для использования воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий [26].

10.1.5. При проектировании очистных сооружений необходимо выполнение следующих базовых технических требований, обеспечивающих их надёжную работу с наибольшим санитарно-экологическим эффектом:

– приём на очистку наиболее загрязнённой части поверхностного стока в количестве не менее 70 % годового объёма для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы или всего годового объёма стоков для промышленных предприятий второй группы;

– обеспечение равномерного режима подачи стока на очистные сооружения;

– наличие в составе очистных сооружений необходимого и достаточного набора технологических стадий очистки сточных вод (а в ряде случаев, и обработки образующихся осадков), обеспечивающих условия выпуска в водные объекты и использования в системах производственного водоснабжения (см. далее разделы 10.3 – 10.19);

– обеспечение выполнения нормативных процедур стандартной эксплуатации очистных сооружений;

– организацию системы автоматического контроля и управления технологическими процессами.

10.2. Выбор типа очистных сооружений по принципу регулирования расхода сточных вод

10.2.1. Одним из основных условий эффективной работы очистных сооружений является равномерная подача сточных вод на очистку. В связи с этим в качестве обязательного элемента в состав систем очистки поверхностного стока должны включаться сооружения для регулирования расхода сточных вод и усреднения их состава.

10.2.2. В зависимости от принципа регулирования сточных вод, подаваемых на очистку, очистные сооружения разделяются на два типа:

– накопительные, с регулированием стока по объёму;

– проточные, с регулированием стока по расходу.

10.2.3. При проектировании систем отведения и очистки поверхностных сточных вод рекомендуется использовать очистные сооружения накопительного типа, как наиболее полно

соответствующие базовым техническим требованиям, положениям действующих в Российской Федерации норм и правил проектирования и условиям выпуска очищенных сточных вод в водные объекты или использования в системах производственного водоснабжения.

10.2.4. При проектировании очистных сооружений накопительного типа регулирование расхода и усреднение состава подаваемых на очистку сточных вод производится в аккумулирующих резервуарах. Схема и гидрограф гидравлического режима работы очистных сооружений накопительного типа представлены на рисунке 3.

Принцип работы аккумулирующих резервуаров заключается в приёме всего объёма дождевых вод, поступающих от начала поступления стока до момента накопления его определённого объёма $W_{ос.д}$, рассчитываемого по формуле (26), приведённой в п. 7.2.1.

Подача сточных вод из аккумулирующих резервуаров на глубокую очистку производится равномерно с постоянным расходом $Q_{ос}$, который определяется в соответствии с разделом 8.1 настоящих рекомендаций.

10.2.5. Для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы в очистных сооружениях накопительного типа обеспечивается приём в аккумулирующий резервуар и последующее отведение на глубокую очистку всего объёма стоков от часто повторяющихся малоинтенсивных дождей, а также наиболее концентрированной части стока от высокоинтенсивных (ливневых) дождей. При этом в водный объект без очистки сбрасывается наименее концентрированная условно чистая часть стока, формирующегося в последней фазе высокоинтенсивных (ливневых) дождей.

Разделение стока на загрязнённую и условно чистую части производится в разделительной камере, устраиваемой во входной части аккумулирующего резервуара или на самотечном трубопроводе непосредственно перед аккумулирующим резервуаром.

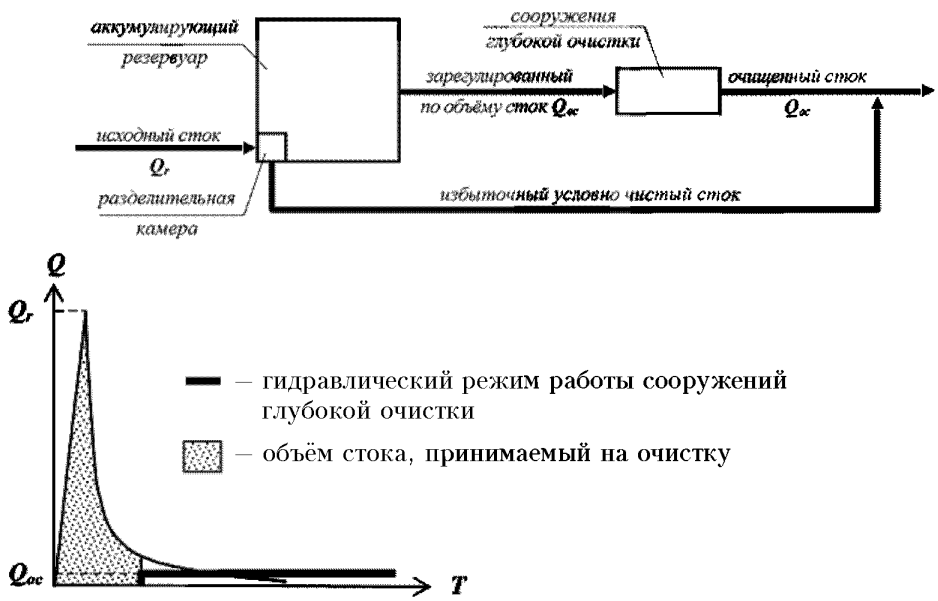


Рисунок 3. **Схема и гидрограф гидравлического режима работы очистных сооружений накопительного типа**

Q – расход дождевых вод в расчётном створе подводящего коллектора
T – время от начала дождя
$Q_{ос}$ – проектная производительность сооружений глубокой очистки

10.2.6. При отведении на очистку поверхностного стока с территорий промышленных предприятий второй группы предварительное разделение стока не допускается, поскольку требуется очистка всего объёма стоков. В этом случае в очистных сооружениях накопительного типа предусматривается устройство аккумулирующих резервуаров, рассчитанных на приём стока от дождя с максимальным за год суточным слоем осадков требуемой обеспеченности (не менее 63 %-ной, что соответствует периоду однократного превышения не менее 1 года), определяемым в соответствии с п. 7.2.4 настоящих рекомендаций. В отдельных случаях, на предприятиях первой и второй группы с водоёмкими производствами и системами оборотного водоснабжения (заводы чёрной и цветной металлургии, фабрики обогащения руд и угля, предприятия теплоэнергетической промышленности, нефтепромыслы, нефтехимические предприятия, нефте- и газоперерабатывающие заводы, предприятия азотной промышленности и продуктов органического и хлорорганического синтеза, предприятия по производству минеральных удобрений, заводы по производству химических волокон, лесохимические производства, предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, автозаводы и т.д.) аккумулирующие резервуары рассчитываются на приём стоков в течение определённого периода времени (месяца, сезона, года) для последующего максимального использования очищенных сточных вод в системе водного хозяйства предприятия.

10.2.7. При проектировании очистных сооружений проточного типа для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы регулирование расхода сточных вод, подаваемых на очистку, производится с помощью установленной на подводящем коллекторе разделительной камеры (ливнесброса), аналогичной описанной в п. 6.4.4 настоящих рекомендаций. Схема и гидрограф гидравлического режима работы очистных сооружений проточного типа показаны на рисунке 4.

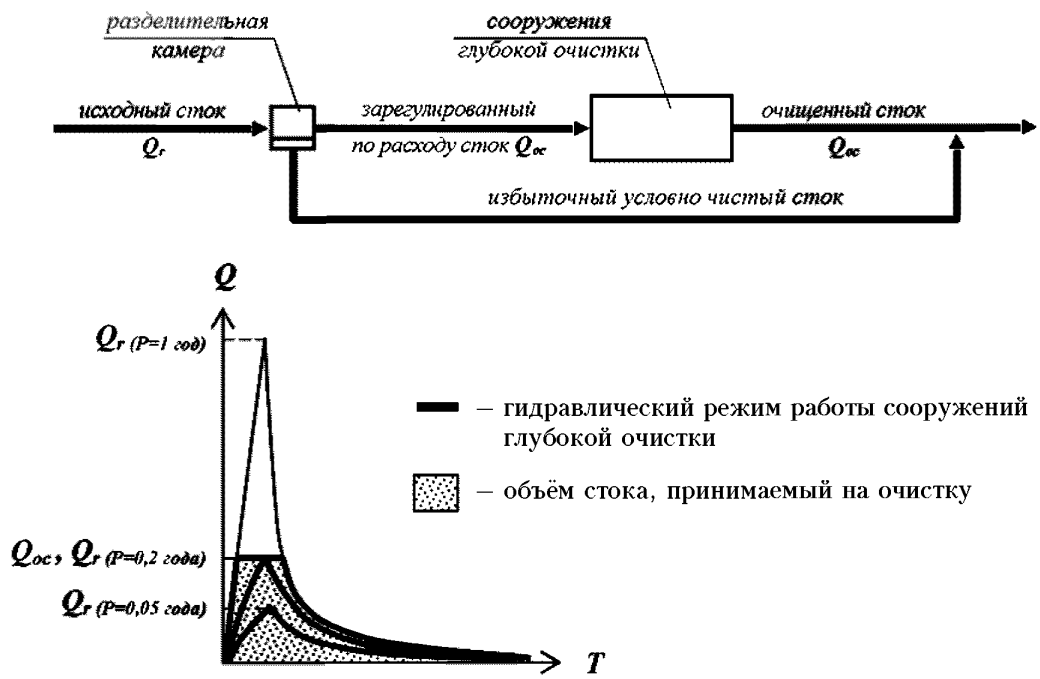


Рисунок 4. **Схема и гидрограф гидравлического режима работы очистных сооружений проточного типа**

Q – расход дождевых вод в расчётном створе подводящего коллектора
T – время от начала дождя
$Q_{ос}$ – проектная производительность сооружений глубокой очистки

На очистку направляется сток с переменным расходом (от 0 до величины $Q_г$) от всех дождей с периодом однократного превышения интенсивности $P \leq 0{,}05–0{,}2$ года, а также часть стока с переменным расходом (от 0 до величины $Q_{ос}$, рассчитываемой в соответствии с разделом 8.2 по методикам, приведённым в п. 6.3.2 настоящих рекомендаций) от дождей с периодом однократного превышения интенсивности $P > 0{,}05–0{,}2$ года. При этом в водный объект без очистки будет сбрасываться часть стока от интенсивных ливневых дождей с наибольшими расходами и, как правило, наибольшей концентрацией загрязняющих веществ [8].

10.2.8. Использование очистных сооружений проточного типа может допускаться в исключительных случаях (например, при очистке поверхностных стоков с парковых и садовых территорий, рекреационных зон и т.п., а также при отведении локально очищенных стоков в городскую сеть дождевой канализации при наличии централизованных очистных сооружений или в сеть хозяйственно-бытовой канализации при полураздельной системе) при соответствующем техническом обосновании целесообразности применения с учётом их конструктивных и технологических особенностей:

– неравномерная подача стока на очистку, отрицательно влияющая на эффективность и надёжность их работы;

– сброс без очистки части стока, содержащего, как правило, максимальные концентрации загрязняющих веществ [8], что снижает барьерную (защитную) функцию и санитарно-экологическую эффективность очистных сооружений;

– значительные технические и организационные сложности выполнения штатных технологических операций при эксплуатации очистных сооружений (например, промывки фильтров);

– расчётная производительность сооружений глубокой очистки проточного типа, как правило, в 20–100 раз превышает аналогичную величину для сооружений накопительного типа, что существенно ухудшает технико-экономические показатели очистной системы.

10.2.9. Применение очистных сооружений проточного типа для территорий промышленных предприятий второй группы не допускается.

10.3. Основные технологические принципы

10.3.1. Схема очистных сооружений поверхностных сточных вод должна разрабатываться с учётом качественной и количественной характеристик поступающего стока, фазово-дисперсного состояния примесей, требуемой степени очистки и принятой схемы отведения и регулирования.

10.3.2. Поверхностные сточные воды содержат загрязняющие компоненты природного и антропогенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии, поэтому для обеспечения требуемой эффективности очистки необходимо применять многоступенчатые схемы очистки, включающие в себя различные методы их выделения и (или) деструкции.

10.3.3. Системы очистки поверхностных сточных вод с селитебных территорий и предприятий первой группы должны, как правило, включать в себя следующий набор последовательных технологических стадий:

– предварительную очистку стока от крупных механических примесей и мусора методами процеживания через мусоросборные корзины, ручные и автоматизированные решётки, барабанные процеживатели;

– разделение потока сточных вод на загрязнённую и условно чистую части;

– очистку стока от тяжёлых минеральных примесей (пескоулавливание) в проточных песколовках различного типа или во входной секции аккумулирующего резервуара; аккумулирование и усреднение стока, при этом для очистных систем небольшой производительности и/или с относительно малозагрязнённых территорий допускается совмещение стадий аккумулирования и предварительной очистки от механических примесей и нефтепродуктов методом статического отстаивания в аккумулирующем резервуаре;

– выделение основной массы органических и минеральных загрязнений методами отстаивания, флотации или контактной фильтрации с предварительной реагентной обработкой сточных вод;

– доочистку от остаточных механических примесей с сорбированными на них нефтепродуктами и органическими веществами методом механического фильтрования на зернистых загрузках с обеспечением стандартных процедур промывки фильтрующей загрузки;

– сорбционную доочистку стоков от остаточных растворённых нефтепродуктов и других органических веществ;

– обеззараживание очищенных стоков при их отведении в водные объекты или при их повторном использовании на нужды технического водоснабжения.

В технологических схемах очистки поверхностного стока на сооружениях любой производительности необходимо предусматривать технические решения по организации удаления осадков и всплывающих веществ. Осадки очистных сооружений ливневой канализации относятся, как правило, к 3 и 4 классам опасности и передаются в специализированные организации на утилизацию или для размещения на полигонах промотходов.

На очистных сооружениях большой производительности должна предусматриваться система обезвоживания (а в ряде случаев и обезвреживания, в том числе, по микробиологическим показателям) образующихся осадков. Локальное обезвреживание осадков для понижения их токсичности и обеспечения санитарной безопасности целесообразно для последующей передачи на полигоны твёрдых бытовых отходов или использования для планировочных работ различного характера.

Принципиальные базовые блок-схемы организации очистки поверхностных сточных вод с селитебных территорий и предприятий первой группы показаны на рисунке 5.

10.3.4. В схемах очистки поверхностного стока с территорий предприятий второй группы помимо сооружений, обеспечивающих удаление приоритетных загрязняющих примесей, на завершающей стадии очистки следует предусматривать узлы для удаления специфических веществ (биогенных элементов, СПАВ, фторидов), в том числе, с токсическими свойствами (фенолов, формальдегида, ионов тяжёлых металлов) и других органических и минеральных примесей.

В качестве узлов доочистки поверхностного стока от фенолов, СПАВ, формальдегида и других органических веществ могут применяться установки озонирования, сорбции, биоокисления в сочетании с сорбцией (биосорбция). При необходимости глубокого удаления из поверхностного стока ионов тяжёлых металлов, аммонийного азота, других минеральных растворённых веществ могут использоваться ионообменные установки с применением синтетических ионообменных смол или природных ионообменных материалов, установки обратного осмоса. При этом следует предусматривать технические мероприятия для снижения объёмов образующихся жидких отходов (элюатов от ионообменных установок, концентратов от установок обратного осмоса).

10.3.5. В соответствии с периодическим характером работы очистных сооружений рекомендуется применение автоматизированных систем контроля и управления основными технологическими процессами, позволяющими исключить или минимизировать постоянное присутствие обслуживающего персонала.

10.4. Очистка поверхностного стока от крупных механических примесей и мусора

10.4.1. Очистку поверхностного стока от крупных механических примесей и мусора следует производить:

– перед сооружениями для аккумулирования поверхностного стока (для очистных сооружений накопительного типа);

– перед разделительными камерами стока по расходу (для очистных сооружений проточного типа).

10.4.2. Для очистных сооружений небольшой производительности с относительно малозагрязнённых территорий допускается применение мусоросборных корзин с ручной периодической выгрузкой уловленных загрязнений. Мусоросборные корзины следует устанавливать:

– на входе в аккумулирующие резервуары перед разделительными камерами стока по объему (для очистных сооружений накопительного типа);

– в специальных колодцах на подводящем коллекторе перед разделительными камерами стока по расходу (для очистных сооружений проточного типа).

Ширина прозоров в мусоросборных корзинах не должна превышать 10 мм. При размещении мусоросборной корзины в аккумулирующем резервуаре (схемы 1 и 2 на рисунке 5) необходимо предусматривать проем в перекрытии резервуара для периодического подъема корзины и удаления мусора.

10.4.3. Решётки канализационного типа следует предусматривать для очистных сооружений средней и большой производительности. Для благоустроенных территорий с площадью стока до 100 га допускается применение решёток с ручной очисткой; при площади стока более 100 га рекомендуются механизированные решётки с автоматической системой очистки и уплотнения (прессования) уловленного мусора.

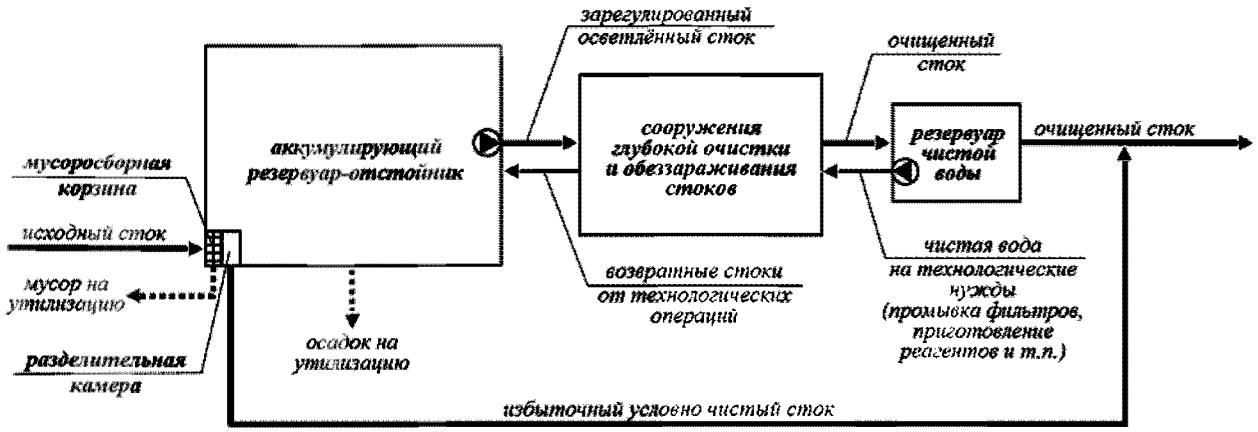


Схема 1 – с предварительным осветлением стока в аккумулирующем резервуаре

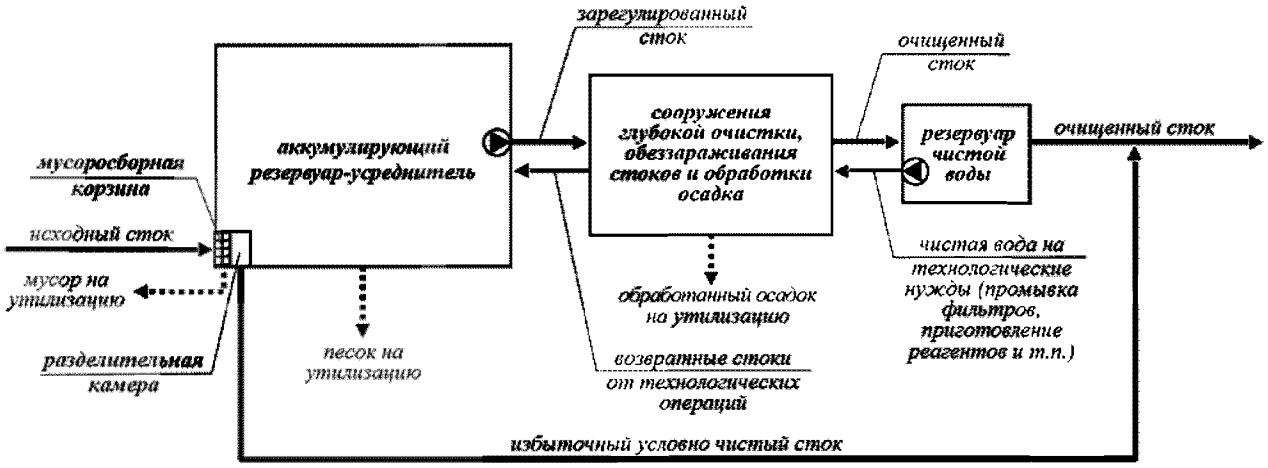


Схема 2 – с осаждением тяжёлых механических примесей (песка) в аккумулирующем резервуаре

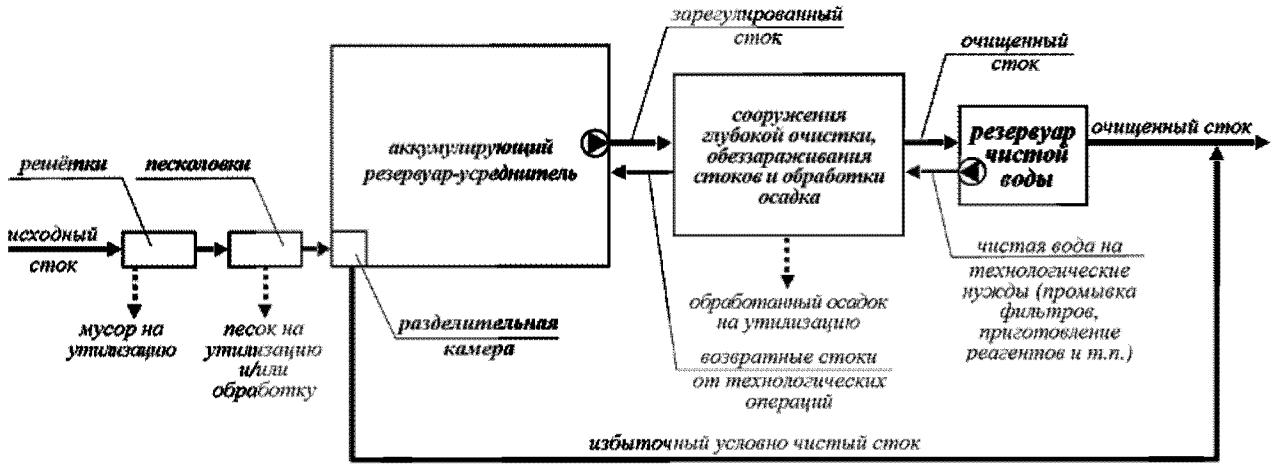


Схема 3 – с осаждением тяжёлых механических примесей (песка) перед разделением и аккумулированием стока

Рисунок 5. **Принципиальные базовые блок-схемы организации очистки поверхностных сточных вод**

Рекомендуется использовать решётки с прозорами не более 10 мм. Число установленных решёток определяется исходя из расхода сточных вод и по паспортным данным оборудования (не менее двух рабочих).

10.4.4. Проектирование и расчёт решёток канализационного типа следует выполнять согласно указаниям действующих СНиП и СП [1, 2].

Гидравлическая производительность очистного оборудования принимается равной величине расчётного расхода незарегулированного стока в подводящем коллекторе на входе на очистные сооружения.

10.5. Разделение и регулирование стока на очистных сооружениях

10.5.1. На очистных сооружениях поверхностных сточных вод с селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы разделение стока на загрязнённую и условно чистую части осуществляется:

– на очистных сооружениях накопительного типа – в разделительной камере, устраиваемой во входной части аккумулирующего резервуара или на подводящем самотечном коллекторе непосредственно перед резервуаром;

– на очистных сооружениях проточного типа – в разделительной камере водосливного типа, устанавливаемой на подводящем самотечном коллекторе (аналогично решениям, описанным в разделе 6.4 настоящих рекомендаций).

Разделительные камеры рекомендуется выполнять в виде гидрозатворов с целью предотвращения возможного поступления плавающих загрязнений (в том числе, нефтепродуктов) в водный объект без очистки.

Расчёт разделительных камер водосливного типа следует выполнять по указаниям справочника [19].

10.6. Очистка стока от тяжёлых минеральных примесей (пескоулавливание)

10.6.1. Очистку поверхностного стока от тяжёлых минеральных примесей (песка) гидравлической крупностью более 15 мм/с, содержание которых в дождевом стоке колеблется от 10 до 15 %, а в талом – до 20 % массы взвешенных веществ, следует осуществлять:

– в проточных песколовках на очистных сооружениях накопительного и проточного типа

или

– в аккумулирующем резервуаре на очистных сооружениях накопительного типа.

10.6.2. Расчёт песколовок следует выполнять согласно указаниям СНиП и СП [1, 2]. Количество песколовок или их отдельных секций должно быть не менее двух (все рабочие).

Гидравлическая производительность песколовок проточного типа принимается:

– в очистных сооружениях накопительного типа – равной величине расчётного расхода незарегулированного стока в подводящем коллекторе;

– в очистных сооружениях проточного типа – равной величине расчётного расхода зарегулированного стока в подводящем коллекторе после разделительной камеры.

10.6.3. Для расчёта объёма песковых бункеров песколовок параметры песковой пульпы следует принимать: влажность до 70 %, удельный вес 1,2-1,5 т/м^3, содержание нефтепродуктов не более 2 % в расчёте на сухое вещество.

10.6.4. В очистных сооружениях большой производительности целесообразно использование песколовок со встроенными узлами отмывки и обезвоживания уловленного песка. Параметры обезвоженной песковой пульпы в этом случае ориентировочно принимаются: влажность не более 40 %, удельный вес 1,4-1,5 т/м^3, содержание нефтепродуктов не более 0,5 % в расчёте на сухое вещество (следует уточнять по данным научно-исследовательских организаций и поставщиков оборудования).

10.7. Аккумулирование и предварительное осветление стока методом статического отстаивания

10.7.1. В очистных сооружениях накопительного типа регулирование расхода и усреднение состава сточных вод, подаваемых на глубокую очистку, производится в аккумулирующих резервуарах. Для систем очистки поверхностных стоков небольшой производительности и/или с относительно малозагрязнённых территорий допускается совмещение стадий аккумулирования и предварительной очистки (осветления) стоков от механических примесей и нефтепродуктов методом статического отстаивания.

Аккумулирующие резервуары следует выполнять, как правило, из монолитного железобетона. Для очистных систем малой производительности допускается применение серийно производимых ёмкостей из композитных/полимерных материалов.

Выбор конструкции (в том числе, количество секций) аккумулирующего резервуара производится с учётом его назначения и объёма.

10.7.2. При использовании аккумулирующего резервуара для регулирования расхода отводимых на глубокую очистку сточных вод штатный режим работы очистных сооружений предусматривает полное опорожнение (осушение) резервуара в конце периода переработки стока от расчётного дождя или талого стока.

В этом случае днище резервуара может устраиваться плоским с уклоном к водозаборному приямку не менее 0,05. Целесообразно также предусматривать специальные мероприятия по предотвращению отстаивания сточных вод — гидравлическое или пневматическое взмучивание.

При отсутствии в схеме очистных сооружений специальных проточных песколовок осаждение песка производится в аккумулирующем резервуаре (см. п. 10.6.1). Периодическую очистку днища резервуара от тяжёлых минеральных примесей (песка) следует производить при отсутствии поступления поверхностного стока не менее 1-2 раза в год с применением средств механизации (в том числе, малогабаритной уборочной техники), для чего в резервуаре устраивается соответствующий пандус или проем в перекрытии, а также площадки перегрузки.

Параметры песковой пульпы, остающейся на дне аккумулирующего резервуара, для предварительных расчётов объёма осадочной пескосборной части могут приниматься: влажность 55-65 %, удельный вес 1,3-1,5 т/м^3, содержание нефтепродуктов не более 2 % в расчёте на сухое вещество (следует уточнять по данным научно-исследовательских организаций).

10.7.3. При использовании аккумулирующего резервуара не только для регулирования расхода сточных вод, но и для их предварительного осветления методом статического безреагентного отстаивания штатный режим работы очистных сооружений предусматривает частичное опорожнение резервуара в конце периода переработки стока от расчётного дождя или талого стока. При этом в аккумулирующем резервуаре сохраняется придонный слой осадка и буферный слой осветлённой воды.

В резервуарах следует предусматривать технические решения для периодического сбора и удаления оседающих механических примесей и всплывающих веществ. Для сбора и удаления всплывших нефтепродуктов могут быть использованы современные нефтесборные устройства (скиммеры), обеспечивающие эффективную эксплуатацию в условиях значительного колебания уровня заполнения аккумулирующего резервуара.

В аккумулирующих резервуарах небольшого объёма целесообразно устройство днища в виде ряда пирамидальных иловых приямков с уклоном стенок не менее 45^0.

В резервуарах значительного объёма иловые приямки следует устраивать в виде заглублённых относительно днища поперечных или продольных лотков с уклоном стенок не менее 45 ^{0} и уклоном днища резервуара к лоткам не менее 0,05. При значительной длине указанные лотки также могут включать в себя дополнительные заглублённые приямки с уклоном стенок не менее 45 ^{0} и уклоном дна лотков к этим приямкам не менее 0,05. Для удаления осадка с площади днища в лотки и приямки может быть использован гидросмыв. Суммарный объём приямков определяется исходя из возможного объёма осадка при принятой периодичности его удаления.

Высота зоны отстаивания в резервуарах принимается в пределах 2-4 м, высота борта резервуара над максимальным уровнем воды — не менее 0,3 м, высота защитной зоны над максимальным уровнем осадка (буферный слой) — не менее 0,3-0,5 м.

Эффект снижения концентрации взвешенных веществ и нефтепродуктов при отстаивании поверхностного стока в аккумулирующем резервуаре в течение 1-3 суток может составлять до 80-90 %, растворённых органических веществ по $БПК_{20}$ — 60-80 %, по ХПК — 80-90 %. Из-за значительного содержания в поверхностном стоке мелкодисперсных примесей гидравлической крупностью

менее 0,2 мм/с остаточная концентрациявзвешенных веществ в отстоянной воде может составлять 50-200 мг/дм^3, нефтепродуктов — 2-10 мг/дм^3 с селитебных территорий и до 10-50 мг/дм^3 с площадок предприятий. При этом остаточное содержание растворённых органических соединений в пересчёте на ХПК и $БПК_{20}$ может составлять 50-100 и 20-30 мг/дм^3 соответственно.

Для предварительных расчётов объёма осадочной части аккумулирующих резервуаров параметры осадка на дне аккумулирующего резервуара (смесь песка, средне- и тонкодисперсной взвеси) к моменту его очистки ориентировочно следует принимать: влажность, как правило, от 98 до 99,5 % (с учётом буферного слоя), удельный вес 1,05-1,15 т/м^3, содержание нефтепродуктов 3-5 % в расчёте на сухое вещество (следует уточнять по данным научно-исследовательских организаций).

Удаление из аккумулирующего резервуара осадка (с буферным слоем воды) осуществляется периодически (1 раз в 3-6 месяцев) стандартной ассенизационной установкой на базе грузового автомобиля.

10.7.4. Полезный (рабочий) объём аккумулирующего резервуара, для регулирования дождевого стока и последующего отведения его на сооружения глубокой очистки должен быть не менее объёма дождевого стока от расчётного дождя $W_{ос.д}$, рассчитанного в соответствии с разделом 7.2 настоящих рекомендаций. При этом необходимо выполнять проверочный расчёт на приём в аккумулирующий резервуар суточного объёма талого стока в соответствии с разделом 7.3 настоящих рекомендаций. К проектированию принимается наибольшая из двух величин.

Следует учитывать необходимость создания дополнительного резерва объёма аккумулирующего резервуара для накопления и временного хранения выделяемого из сточных вод осадка. Полный гидравлический объём аккумулирующего резервуара следует увеличивать:

— на 5-10 % для аккумулирующего резервуара, используемого преимущественно для регулирования расхода сточных вод;

— на 35-45 % для аккумулирующего резервуара, используемого также для предварительного осветления сточных вод.

10.8. Реагентная обработка поверхностного стока

10.8.1. В связи с тем, что значительная часть загрязнений поверхностного стока присутствует в тонкодисперсном, эмульгированном, коллоидном и растворённом состоянии при подготовке стока к глубокой очистке рекомендуется его реагентная обработка с использованием коагулянтов и флокулянтов.

В качестве реагентов рекомендуются минеральные коагулянты на основе солей алюминия или железа совместно со слабокатионными, слабоанионными, неионными высокомолекулярными флокулянтами.

В отдельных случаях при соответствующем экспериментальном обосновании может использоваться самостоятельная обработка стоков сильноосновными катионными флокулянтами, а также органическими сильноосновными катионными коагулянтами.

Окончательный выбор реагентов и их доз для каждого конкретного случая производится экспериментально или по данным научно-исследовательских организаций.

10.8.2. Обработку сточных вод реагентами следует, как правило, производить в камерах смешения и хлопьеобразования (флокуляции), оснащённых электромеханическими перемешивающими устройствами. При этом следует соблюдать необходимый гидродинамический режим реагентной обработки стоков (интенсивность и продолжительность перемешивания), который принимается на основании пробного коагулирования или по данным научно-исследовательских организаций.

10.8.3. В отдельных случаях при реагентной обработке сточных вод перед стадией напорной контактной фильтрации допускается проведение процесса обработки коагулянтами и/или флокулянтами в специальном участке трубопровода — статическом флокуляторе трубного типа. При этом следует обеспечивать необходимый интервал времени между точками впуска коагулянта и флокулянта и общую продолжительность контакта сточной воды с реагентами.

10.9. Очистка поверхностного стока реагентным отстаиванием

10.9.1. Выделение основной массы органических и минеральных загрязнений из обработанного водоочистными реагентами поверхностного стока в зависимости от производительности очистных сооружений может осуществляться в отстойниках различного типа – горизонтальных, вертикальных, радиальных, объёмно-тонкослойных.

10.9.2. Наиболее эффективными конструкциями являются объёмно-тонкослойные отстойники комбинированного типа, имеющие, как правило, в едином корпусе секции безреагентного отстаивания, камеры смешения и хлопьеобразования, секции объёмного и тонкослойного реагентного отстаивания бункеры для накопления осадка. В таких аппаратах обеспечивается наиболее благоприятный гидродинамический режим течения очищаемого стока, позволяющий достигнуть максимальной эффективности очистки.

Удаление всплывших нефтепродуктов в отстойниках может производиться нефтесборными скиммерами. В этом случае содержание воды в уловленных нефтепродуктах может изменяться в пределах 5-10%.

10.9.3. При проектировании отстойников расчётную гидравлическую крупность сфлокулированных загрязнений в поверхностном стоке рекомендуется принимать в пределах 0,25–0,4 мм/с или определять экспериментально. Расчёт отстойников следует производить по указаниям СНиП, СП и справочной литературы [1, 2, 13].

Остаточная концентрация загрязнений в поверхностных стоках с селитебных территорий и предприятий первой группы после реагентного отстаивания для предварительных расчётов может быть принята: взвешенных веществ – 10-30 мг/дм^3, нефтепродуктов – 1-2 мг/дм^3, величин ХПК и $БПК_{20}$ – 40-80 и 10-15 мг/дм^3 соответственно. Параметры осадка в реагентных отстойниках зависят от состава очищаемых стоков, конструкции отстойников, объёма осадочных бункеров, способа и периодичности отведения осадка и должны приниматься на основании технологических экспериментов, а также по данным научно-исследовательских организаций и разработчиков оборудования.

Для поверхностных стоков с территории предприятий второй группы эффективность реагентного отстаивания и параметры образующихся осадков следует определять на основании технологических экспериментов и испытаний.

10.10. Очистка поверхностного стока реагентной флотацией

10.10.1. Метод реагентной флотации может применяться для очистки поверхностных сточных вод с территорий промышленных предприятий и производств (как правило, второй группы), характеризующихся повышенным содержанием нефтепродуктов (более 100 мг/дм^3), ПАВ, жиров, масел и других эмульгированных жидкостей. Для очистки сточных вод могут применяться напорная (компрессионная) флотация, импеллерная и электрофлотация.

10.10.2. Для очистки поверхностных сточных вод следует применять напорные флотационные установки рециркуляционного типа с подачей в сатуратор для насыщения воздухом осветлённых стоков в количестве 20-50 % общего расхода.

Давление насыщения воды воздухом в сатураторе должно быть не менее 0,4–0,5 МПа. Воздух в сатуратор может подаваться от компрессора или через эжектор, установленный на обратном трубопроводе, соединяющем напорный и всасывающий трубопроводы насоса, подающего воду в сатуратор.

Наиболее эффективными конструкциями являются напорные флотационные установки комбинированного типа, включающие в себя, как правило, в едином корпусе камеры смешения и хлопьеобразования, секции объёмной и тонкослойной флотации, бункеры для накопления осадка. В таких аппаратах обеспечивается наиболее благоприятный гидродинамический режим течения очищаемого стока, позволяющий достигнуть максимальной эффективности очистки.

Флотационную камеру следует рассчитывать с коэффициентом использования объёма К=0,5 на выделение флотокомплексов гидравлической крупностью 1,2-1,4 мм/с. Проектирование флотационных установок следует производить по указаниям СНиП, справочной литературы [2, 13] и данным специализированных организаций.

Остаточная концентрация загрязнений в поверхностных стоках с селитебных территорий и предприятий первой группы после реагентной напорной флотации для предварительных расчётов может быть принята: взвешенных веществ – 10-30 мг/дм^3, нефтепродуктов – 0,7-1,5 мг/дм^3, величин ХПК и $БПК_{20}$ – 40-80 и 10-15 мг/дм^3 соответственно.

Параметры смеси флотошлама и донного осадка в реагентных напорных флотаторах зависят от их конструкции, способа и

периодичности отведения уловленных продуктов и должны приниматься на основании технологических экспериментов и по данным научно-исследовательских организаций и разработчиков оборудования.

Для поверхностных стоков с территории промышленных предприятий второй группы эффективность реагентной напорной флотации и параметры образующихся флотошлама и осадков следует определять на основании технологических экспериментов.

10.10.3. Установки импеллерной флотации могут применяться для выделения механических примесей и нефтепродуктов из поверхностных сточных вод с территории предприятий второй группы.

Импеллерный флотатор должен иметь не менее трёх последовательных камер, в которых устанавливаются импеллерные диспергаторы. За флотокамерами располагается зона отстаивания, которая рассчитывается на выделение флотокомплексов гидравлической крупностью 1,4 мм/с с коэффициентом использования объёма К = 0,5. Установки импеллерной флотации могут работать с применением реагентов, раствор которых рекомендуется подавать в аванкамеру, располагаемую в начале флотатора. Проектирование импеллерных флотаторов следует проводить по рекомендациям организаций-разработчиков.

10.10.4. Электрофлотационные установки могут в ряде случаев применяться при очистке небольших объёмов поверхностного стока с территорий промышленных предприятий второй группы с целью снижения концентрации эмульгированных нефтепродуктов и масел перед стадией фильтрования.

Электрофлотаторы представляют собой отстойники со встроенной подвесной электрофлотационной камерой. В качестве электродов может использоваться листовой алюминий толщиной 2-3 мм, нержавеющая сталь, а также титан и графит. Расстояние между электродами рекомендуется принимать 6-8 мм. Плотность тока может приниматься в пределах 250-400 А/м^2. Флотокамера должна рассчитываться на выделение флотокомплексов гидравлической крупностью 1-1,2 мм/с при коэффициенте использования ее объёма К = 0,5.

При электрофлотации может использоваться предварительная обработка воды реагентами. В этом случае раствор реагента подается в поток перед камерой хлопьеобразования, которую следует совместить с камерой флотации. Продолжительность пребывания стоков в камере хлопьеобразования около 10 мин. Конструктивные решения по электрофлотационным установкам выдаются организациями-разработчиками.

10.11. Очистка поверхностного стока методом контактной фильтрации

10.11.1. В очистных сооружениях малой и средней производительности для поверхностного стока с относительно малозагрязнённых территорий водосбора при предварительном его осветлении в аккумулирующих резервуарах выделение органических и минеральных загрязнений из обработанного водоочистными реагентами стока может производиться методом контактной фильтрации на напорных или открытых (безнапорных) контактных фильтрах.

10.11.2. В качестве загрузок фильтров рекомендуется использование традиционных (стандартных) фильтровальных материалов: кварцевый песок, гидроантрацит, гранитная крошка. Использование новых (нестандартных) фильтровальных загрузок допускается при соответствующем обосновании (см. п. 10.1.3).

10.11.3. Рекомендуемое направление фильтрования в контактных фильтрах – сверху вниз. Скорость фильтрования 8-10 м/ч. Продолжительность фильтроцикла следует принимать в пределах 8-24 ч в зависимости от степени загрязнения сточных вод, скорости фильтрования и характеристик фильтровальной загрузки.

Расчёт контактных фильтров следует производить по указаниям действующих СНиП и СП [2, 5, 16].

Загрязнённые воды от промывки фильтров отводятся в аккумулирующий резервуар.

10.11.4. В связи с периодичностью работы очистных сооружений поверхностного стока, включая длительные периоды простоя, рекомендуется периодическая промывка фильтровальной загрузки контактных фильтров (а также механических и сорбционных фильтров – см. далее пп. 10.12, 10.13) дезинфицирующими агентами.

10.11.5. Работу контактных фильтров рекомендуется автоматизировать. В качестве технологических показателей для управления работой фильтров следует использовать показатели мутности фильтрованной воды и/или перепада давления на фильтрах (повышения напора перед фильтрами) сверх установленной предельной величины.

10.12. Доочистка поверхностного стока фильтрованием

10.12.1. Доочистку поверхностного стока фильтрованием с целью снижения концентрации взвешенных веществ до 1-3 мг/дм^3 следует производить на напорных или открытых (безнапорных) фильтрах после стадии реагентного отстаивания/флотации/ контактной фильтрации перед последующими стадиями глубокой доочистки стока от растворённых органических и минеральных загрязнений.

10.12.2. В качестве загрузок фильтров рекомендуется использование традиционных (стандартных) фильтровальных материалов: кварцевый песок, гидроантрацит, гранитная крошка. Использование новых (нестандартных) фильтровальных загрузок допускается при соответствующем обосновании (см. п. 10.1.3).

10.12.3. Рекомендуемое направление фильтрования – сверху вниз. Скорость фильтрования 6-8 м/ч. Продолжительность фильтроцикла следует принимать в пределах 12-24 ч в зависимости от степени загрязнения сточных вод, скорости фильтрования и характеристик фильтровальной загрузки.

При использовании современных мультислойных зернистых фильтровальных загрузок скорость фильтрации и продолжительность фильтроцикла могут быть увеличены при соответствующем обосновании.

Расчёт фильтров следует выполнять по указаниям действующих СП и СНиП [2, 5, 16].

Загрязнённые воды от промывки фильтров отводятся в аккумулирующий резервуар.

10.12.4. В качестве эффективного фильтровального оборудования могут применяться современные самопромывающиеся зернистые фильтры непрерывного действия. Технические параметры фильтров определяются разработчиками и изготовителями оборудования.

10.12.5. Работу фильтров рекомендуется автоматизировать. В качестве технологических показателей для управления работой фильтров следует использовать показатели мутности фильтрованной воды и/или перепада давления на фильтрах (повышения напора перед фильтрами) сверх установленной предельной величины.

10.13. Адсорбция

10.13.1. Глубокая доочистка поверхностных сточных вод от растворённых нефтепродуктов и ряда других органических веществ достигается на напорных или безнапорных сорбционных фильтрах с плотным слоем загрузки гранулированного активированного угля. Глубокой доочистке должны подвергаться сточные воды после механической и реагентной очистки и фильтрования через фильтры с инертной зернистой загрузкой.

Содержание взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на сорбционные фильтры, не должно превышать 2 мг/дм^3, нефтепродуктов – 0,5-1 мг/дм^3.

10.13.2. В качестве загрузок сорбционных фильтров рекомендуются стандартные широко используемые гранулированные активированные угли отечественного и зарубежного производства с крупностью фракций не более 0,8-5 мм. Использование новых (нестандартных) сорбционных загрузок допускается при соответствующем обосновании (см. п. 10.1.3).

10.13.4. Рекомендуемое направление фильтрования в сорбционных фильтрах с гранулированной загрузкой – сверху вниз. Скорость фильтрования 6-10 м/ч, продолжительность контакта очищаемого стока с сорбентом – не менее 15 мин.

Промывку сорбционных фильтров от взвешенных веществ необходимо осуществлять очищенной сточной водой. Периодичность промывки фильтров от взвешенных веществ устанавливается по данным натурной эксплуатации. Загрязнённые воды от промывки фильтров отводятся в аккумулирующий резервуар.

Расчёт и проектирование сорбционных установок надлежит выполнять в соответствии с указаниями СП, СНиП и справочной литературы [2, 13, 14, 16]. При проектировании сорбционных фильтров продолжительность их работы до исчерпания сорбционной ёмкости следует предусматривать, как правило, не менее 0,5 года. Отработанную сорбционную загрузку следует заменять или подвергать термической регенерации.

10.13.5. В качестве эффективного фильтровального оборудования могут применяться современные самопромывающиеся адсорбционные фильтры непрерывного действия. Технические параметры фильтров определяются поставщиками оборудования.

10.13.6. В ряде случаев допускается применение сорбционных фильтров с фильтрующей загрузкой в виде углеродно-волокнистых сорбентов. Требования к допустимому составу стоков и технические параметры фильтров определяются научно-исследовательскими организациями совместно с разработчиками оборудования.

10.14. Биологическая очистка

10.14.1. Биологическую очистку (или доочистку) целесообразно применять для удаления из поверхностного стока растворённых органических соединений, суммарно характеризуемых показателями ХПК и БПК, а также для снижения содержания СПАВ и других специфических загрязняющих компонентов техногенного происхождения (фенолов, формальдегида, этиленгликоля и т. д.), соединений азота (аммонийного, нитратного) и фосфора.

10.14.2. В технологической схеме очистных сооружений поверхностного стока стадия биологической очистки применяется после механической обработки. Содержание взвешенных веществ при этом не должно превышать 25-50 мг/дм^3, нефтепродуктов 5 мг/дм^3, других специфических загрязнений — в концентрациях, не превышающих максимально допустимые для биологической очистки.

10.14.3. В зависимости от вида и концентрации загрязняющих компонентов биологическая очистка (или доочистка) поверхностных сточных вод может осуществляться в естественных условиях на почвенных фильтрах, в биологических прудах, на биологических плато, гидроботанических площадках, а также в специальных сооружениях с микрофлорой, закрепленной на различных подвижных или стационарных носителях (активных или инертных).

10.14.4. Применение загрузочных материалов на стадии биологической очистки поверхностных сточных вод рекомендуется для повышения производительности очистных сооружений при обработке слабоконцентрированных дождевых вод при $БПК_{полн}$ ниже 50 мг/дм^3 и наличии в воде трудноокисляемых органических соединений, характеризующихся низким приростом активного ила.

10.14.5. В случае присутствия в поверхностных сточных водах трудноокисляемых органических загрязнений (СПАВ, нефтепродукты и др.) в качестве загрузочного материала рекомендуется использовать активированный уголь (гранулированный фракцией 1-3 мм или порошкообразный). Сочетание биологических и сорбционных процессов в одном сооружении обеспечивает качество очищенных сточных вод, удовлетворяющее требованиям на сброс в водоёмы рыбохозяйственного назначения. Объединение указанных процессов при их синергическом взаимодействии позволяет максимально использовать достоинства каждого.

10.14.6. Совмещение биологических и сорбционных процессов с применением дроблёных цеолитов (фракцией 1-3 мм) позволяет интенсифицировать процесс нитрификации и обеспечить глубокое удаление аммонийного азота из поверхностного стока до требований на сброс в водоёмы рыбохозяйственного назначения.

10.14.7. Применение активированного угля и цеолитов на стадии биологической очистки или доочистки не требует их замены за счёт непрерывной биологической регенерации сорбента. При этом процессы нитрификации и окисления органических загрязнений в сооружениях с прикрепленным биоценозом протекают достаточно эффективно и при низких температурах (до 3-5^0 С).

10.14.9. Для увеличения окислительной мощности и сокращения объёмов сооружений биологической очистки возможно, при соответствующем обосновании, применение технологии мембранного биореактора (МБР), сочетающей (как правило, в одном сооружении) процессы биологической очистки и мембранного разделения ило-водяной смеси.

10.14.10. Проектирование и расчёт сооружений биологической очистки (или доочистки) поверхностного стока надлежит выполнять в соответствии с рекомендациями организаций-разработчиков.

10.15. Озонирование

10.15.1. Для удаления из поверхностных сточных вод специфических примесей: фенолов, формальдегида, СПАВ и других органических веществ может применяться озонирование. Озонированию должны подвергаться сточные воды после предварительной механической и реагентной обработки.

10.15.2. Проектирование и расчёт озонаторных установок производятся исходя из состава обрабатываемой воды, удельного расхода озона на единицу окисляемых веществ (1,5-5 мг/мг фенола, формальдегида, СПАВ) и его содержания в озоно-воздушной смеси генераторов озона 15-25 мг/дм^3, а также на основании технологических испытаний для каждого конкретного случая.

10.16. Ионный обмен

10.16.1. Доочистка поверхностных сточных вод от соединений тяжёлых металлов и аммонийного азота может осуществляться ионным обменом с использованием природных минеральных (клиноптилолит) или синтетических ионообменных материалов.

10.16.2. На ионообменную установку должны подаваться стоки после глубокой доочистки от механических примесей и органических загрязнений с содержанием взвешенных веществ не более 5 мг/дм^3, величиной ХПК не более 8 мг/дм^3 и общей жёсткостью не более 4 мг-экв/дм^3.

10.16.3. Рекомендуемая скорость фильтрования воды через ионообменные напорные фильтры при нормальном режиме эксплуатации составляет 12-15 м/ч.

Расчёт и проектирование ионообменных установок для доочистки поверхностного стока следует проводить в соответствии с указаниями действующих СП, СНиП и справочной литературы [2, 13, 16].

10.17. Баромембранные процессы

10.17.1. В составе технологических схем очистки поверхностных сточных вод возможно использование баромембранных процессов:

– микро- и ультрафильтрации для удаления загрязняющих веществ, находящихся во взвешенном, коллоидном и эмульгированном состоянии;

– нанофильтрации и обратного осмоса для удаления загрязняющих веществ, находящихся в растворённом состоянии.

10.17.2. Режимы работы мембранных аппаратов, а также состав сточных вод, подаваемых на стадии мембранной очистки, регламентируются рекомендациями компаний-производителей мембранной техники.

10.17.3. Расчёт и проектирование мембранных установок следует проводить по результатам ресурсных пилотных испытаний и/или в соответствии с известными закономерностями массопереноса.

10.17.4. Промывные воды и концентрат от микро- и ультрафильтрации целесообразно отводить в аккумулирующий резервуар.

Выбор метода обработки и/или утилизации концентрата нанофильтрации и обратного осмоса следует проводить на основании технико-экономического анализа, с учётом местных условий.

10.18. Обеззараживание поверхностного стока

10.18.1. Поверхностный сток с селитебных территорий и площадок предприятий перед сбросом в водные объекты или повторным использованием в системах производственного водоснабжения подлежит обеззараживанию [25-29]. Перед отведением поверхностного стока в централизованную сеть коммунальной канализации населённых пунктов для совместной очистки с бытовыми сточными водами его обеззараживание может не производиться, за исключением поверхностного стока, содержащего возбудители инфекционных заболеваний.

10.18.2. Обеззараживание сточных вод следует осуществлять на заключительном этапе их очистки, поскольку эффект существенно зависит от качества поступающего на обеззараживание стока.

10.18.3. Выбор метода обеззараживания надлежит производить с учётом расхода и качества поверхностного стока, эффективности его очистки, условий поставки, транспортировки и хранения реагентов, возможности автоматизации процессов и условий отведения очищенного стока в водный объект или использования в системах производственного водоснабжения.

10.18.4. Для обеззараживания поверхностного стока могут использоваться УФ-облучение, хлорирование, озонирование.

При использовании для обеззараживания сточных вод хлорсодержащих реагентов перед сбросом в водные объекты требуется обязательное дехлорирование.

10.18.5. Дозу дезинфицирующего агента (в том числе, дозу УФ-излучения), продолжительность его контакта с дезинфицируемым стоком следует определять в соответствии с указаниями нормативно-технической документации [1, 2, 26-29].

10.19. Обращение с отходами технологических процессов очистки поверхностных сточных вод

10.19.1. При эксплуатации очистных сооружений поверхностных сточных вод образуются следующие основные виды технологических отходов.

Отходы, подлежащие стандартным способам обработки и конечного размещения (утилизации):

– непрерывно выделяемые из очищаемых сточных вод мусор, песок, осадок, поверхностная плёнка нефтепродуктов, флотопена. Они требуют первичного накопления, а многие из них последующей обработки с целью снижения объёмов и класса опасности, а также, при необходимости, санитарного обезвреживания. Обработанные отходы складируются, а затем вывозятся на специализированные полигоны, либо утилизируются;

– периодически образующиеся в процессе эксплуатации очистного оборудования: отработанный активированный уголь, загрузка механических фильтров, мембранные элементы, ультрафиолетовые лампы из установок обеззараживания воды. Эти отходы не требуют специальной обработки и могут вывозиться на специализированные полигоны непосредственно после выемки, либо предварительного складирования.

Отходы, требующие специфических способов обработки и конечного размещения:

– концентраты, поступающие от мембранных установок;

– образующиеся периодически в течение суток элюаты от процессов регенерации ионообменных фильтров;

– периодически заменяемая загрузка ионообменных фильтров.

10.19.2. По количеству и составу отходы из сооружений очистки поверхностных сточных вод с территорий промышленных предприятий, прежде всего второй группы, могут существенно отличаться от отходов из сооружений очистки поверхностных сточных вод с селитебных территорий.

10.19.3. Обращение с отходами производится в соответствии с действующими нормативными требованиями [1, 2, 30].

10.19.4. Отходы (шламы), образующиеся в технологических процессах отстаивания и флотации поверхностных сточных вод, в песколовках, аккумулирующих резервуарах, отстойниках, флотаторах, должны подвергаться обработке, обеспечивающей возможность их последующей утилизации или размещения на специализированных полигонах. По своему составу они представляют собой смесь минеральных взвешенных веществ (в том числе соединения тяжёлых металлов), органических примесей, нефтепродуктов и других загрязнений, которые могут присутствовать в поверхностных сточных водах.

Объёмное количество образующихся шламов определяется расчётным методом для конкретных условий очистных сооружений. Технология, состав сооружений, оборудование для обработки шламов и параметры технологических процессов определяются в соответствии с объёмами и расходами очищаемых сточных вод, технологией водоочистки, объёмным количеством, технологическими свойствами и физико-химическим составом образующихся шламов. Для проектируемых очистных сооружений, параметры образующихся шламов (их количество, влажность, удельный вес, содержание нефтепродуктов и т.п.), схемные технологические решения и параметры процессов их обработки принимаются по рекомендациям специализированных научно-исследовательских организаций.

Технологические стадии обработки шламов из сооружений отстаивания и флотации принимаются в соответствии с рекомендуемыми базовыми технологическими схемами очистки поверхностных сточных вод, представленными на рисунке 5 в разделе 10.3 настоящих рекомендаций.

10.19.5. Содержащийся в поверхностных стоках мусор задерживается в мусоросборных корзинах или на решётках с механизированной или ручной выгрузкой мусора (см. раздел 10.4 настоящих рекомендаций). Извлеченный мусор перегружается в контейнеры и, периодически вывозится за пределы очистных сооружений на специализированный полигон.

10.19.6. Количество тяжёлых минеральных примесей (песка), задерживаемых в песколовках и аккумулирующих резервуарах (см. схемы очистки поверхностного стока 2 и 3 на рисунке 5, п. 10.3.3), составляет в среднем 15-20 % от общей массы взвешенных веществ, содержащихся в поверхностных сточных водах.

Удаление осаждённого песка из песколовок производится непрерывно или периодически – в соответствии принятым алгоритмом работы скребковых механизмов и шламовых насосов.

В зависимости от конструкции песколовки песок из нее может отводиться в обезвоженном, либо во влажном состоянии.

Обезвоженный песок поступает из песколовок со встроенными узлами отмывки и обезвоживания песка и может непосредственно вывозится на специализированный полигон, либо утилизацию. Параметры вывозимого песка в этом случае ориентировочно принимаются: влажность не более 40 %, удельный вес 1,4-1,5 т/м^3, содержание нефтепродуктов не более 0,5 % в расчёте на сухое вещество (следует уточнять также по данным изготовителей оборудования).

Влажный песок из песколовки необходимо обезвоживать. В этом случае на очистных сооружениях должны быть предусмотрены песковые площадки. Устройство песковых площадок осуществляется в соответствии с указаниями действующих СП и СНиП и [1, 2].

Песок, обезвоженный на песковых площадках, периодически вывозится на специализированный полигон, либо на утилизацию. Вывозимый с песковых площадок песок должен иметь влажность 40-50 %, удельный вес 1,3-1,5 т/м^3 и содержание нефтепродуктов не более 0,5 % в расчёте на сухое вещество.

Удаление песка из аккумулирующего резервуара осуществляется во время плановой санации в периоды отсутствия поступления поверхностного стока, как правило, 1-2 раза в год. В течение периода накопления песок в аккумулирующем резервуаре уплотняется с соответствующим снижением влажности, что позволяет направлять его непосредственно на специализированный полигон, либо утилизацию. Ориентировочные параметры накопившегося в аккумулирующем резервуаре песка: влажность в среднем 55-65 %, удельный вес 1,3-1,5 т/м^3, содержание нефтепродуктов не более 2 % в расчёте на сухое вещество.

10.19.7. Осадок из аккумулирующего резервуара – смесь осаждённых тяжёлых, средне- и тонкодисперсных механических примесей – образуется при реализации схемы очистки 1 (см. рисунок 5, п. 10.3.3), когда аккумулирующий резервуар используется не только для регулирования расхода подаваемых на глубокую очистку сточных вод, но и для их предварительного осветления. В этом случае осадок из аккумулирующего резервуара откачивается и вывозится за пределы очистных сооружений стандартной ассенизационной установкой на базе грузового автомобиля 1 раз в 3-6 месяцев (см. п. 10.7.3).

Параметры откачанного осадка ориентировочно принимаются: влажность от 98 до 99,5 % (с учётом буферного слоя), удельный вес 1,05-1,15 т/м^3, содержание нефтепродуктов 3-5 % в расчёте на сухое вещество.

10.19.8. В сооружениях последующей очистки поверхностных сточных вод – отстойниках и флотаторах образуются осадок, флотопена, плёнка нефтепродуктов, которые отводятся из очистных сооружений в соответствии с режимом работы скребковых механизмов, шламовых насосов, скиммеров и направляются в накопительные ёмкости.

Осадок и пена накапливаются и обрабатываются в дальнейшем совместно, плёнка нефтепродуктов – отдельно.

Последовательными стадиями рекомендуемой технологической схемы обработки осадка и флотопены являются:

– усреднение по составу и концентрации смеси осадка и флотопены;

– реагентная обработка;

– уплотнение и (или) сгущение;

– механическое обезвоживание;

– отведение обезвоженных шламов на утилизацию или специализированные полигоны.

Последовательными стадиями рекомендуемой технологической схемы обработки собранной плёнки нефтепродуктов являются:

– накопление;

– отведение нефтепродуктов на утилизацию.

10.19.9. Количество осадка, образующегося в отстойниках, следует определять исходя из концентраций взвешенных веществ и нефтепродуктов в поступающем и в осветлённом потоках сточных вод, объёма очищаемых стоков, прогнозируемых влажности и плотности образующегося осадка. В случае применения коагулянтов следует учитывать увеличение количества сухого вещества осадка в зависимости от величины рабочей дозы коагулянта.

Технологические параметры осадка, отводимого из отстойников, зависят от состава очищаемых стоков, конструкции отстойников, объёма осадочных бункеров, способа и периодичности отведения и должны приниматься на основании технологических экспериментов и по данным научно-исследовательских организаций и разработчиков оборудования.

Параметры смеси флотошлама и донного осадка в реагентных напорных флотаторах зависят от их конструкции, способа и периодичности отведения уловленных продуктов и должны приниматься на основании технологических экспериментов и по данным научно-исследовательских организаций и разработчиков оборудования.

Для флотаторов с иным принципом работы (импеллерных, электрофлотаторов) технологические параметры флотошлама принимаются на основании паспортных данных применяемого оборудования.

10.19.10. Шламы, отводимые из отстойников и флотаторов, перед их обработкой должны направляться в промежуточные резервуары для усреднения по составу и концентрации. Процесс усреднения шламов может производиться с помощью погружных механических мешалок или сжатым воздухом, подаваемым из компрессора в дырчатые трубы, устанавливаемые на дне резервуаров. В резервуарах-усреднителях также могут устанавливаться устройства для пеногашения флотошлама.

10.19.11. С целью повышения концентрации сухого вещества в усреднённом шламе и снижения его объёмного количества перед подачей на установки механического обезвоживания рекомендуется производить их предварительное уплотнение в гравитационных ёмкостных уплотнителях вертикального типа и (или) на установках с сетчатыми сгустителями ленточного или барабанного типов. С целью сокращения количества рабочего и вспомогательного технологического оборудования участков обработки шламов на очистных сооружениях большой производительности целесообразно применение комбинированного метода, включающего в себя последовательное уплотнение и сгущение. Процесс сгущения шлама производится с предварительным введением в него раствора флокулянта. Целесообразность применения флокулянта на стадии уплотнения шлама определяется экспериментально. Параметры уплотнённого и (или) сгущённого шлама определяются экспериментально в соответствии с требованиями, предъявляемыми поставщиками оборудования последующей технологической стадии – механического обезвоживания шлама.

10.19.12. Предварительно уплотнённый и (или) сгущённый шлам направляется на установки механического обезвоживания. На сооружениях средней и большой производительности процесс механического обезвоживания рекомендуется осуществлять на фильтр-прессах ленточного, камерного или шнекового типов. Процесс механического обезвоживания производится с предварительным введением в шлам раствора флокулянта. Тип обезвоживающего оборудования определяется индивидуально для конкретных очистных сооружений. Влажность обезвоженных шламов должна составлять не более 75 %. Эффективность задержания сухого вещества осадка при механическом обезвоживании принимается в зависимости от водоотдающих свойств осадка и типа обезвоживающего оборудования. Для обезвоживания небольших объёмов шлама, также целесообразно применение установок с мешочными фильтрами.

10.19.13. С целью повышения водоотдающих свойств шламов на стадиях их механического обезвоживания и сгущения необходимо применение синтетических флокулянтов.

Приготовление рабочих растворов флокулянтов производится на промышленных установках проточного или накопительного типа. Определение рабочих доз и типа флокулянта производится экспериментально. Также, при необходимости, допускается применение минеральных коагулянтов, щелочных реагентов и присадочных материалов как отдельно, так и в комбинации с флокулянтом.

10.19.14. Процессы уплотнения, сгущения и обезвоживания шламов сопровождаются образованием собственных технологических стоков – фильтрата, воды от регенерации фильтровальных поверхностей, надшламовой воды. Технологические стоки от процессов обработки шламов направляются в аккумулирующий резервуар. Состав и объёмы стоков от процессов обработки шламов определяются на основании расчёта материального баланса.

10.19.16. При проектировании сооружений механического обезвоживания шламов необходимо предусматривать резервное оборудование [1, 2]:

– при числе рабочих обезвоживающих установок менее 3-х предусматривается 1 резервная обезвоживающая установка;

– при числе рабочих обезвоживающих установок 4 и более предусматривается 2 резервных обезвоживающих установки (при наличии иловых площадок, рассчитанных на приём 20 % годового количества шламов).

При технико-экономическом обосновании допускается отказ от резервного использования иловых площадок при условии применения резервуара-накопителя шлама объёмом, обеспечивающим приём исходного шлама за период не менее 2 суток работы очистных сооружений и увеличении не менее, чем на одну установку количества резервного обезвоживающего оборудования с резервированием всего вспомогательного технологического оборудования (установки приготовления раствора реагентов, компрессора, насосов, транспортёров и бункеров обезвоженного осадка и др.).

10.19.17. Целесообразность санитарного обеззараживания шламов определяется индивидуально в зависимости от состава сточных вод, подаваемых на очистку. Санитарное обеззараживание шламов может осуществляться следующими методами:

– обработкой жидкого (не сгущённого) шлама острым паром при температуре до 60 ^{0}С;

– обработкой жидкого (не сгущённого) шлама овицидным дегельминтизирующим препаратом;

– обработкой обезвоженного шлама негашёной известью, при этом технологические параметры обработки определяются индивидуально для конкретных технологических характеристик осадка и товарной извести.

Обеззараживание шламов перечисленными методами производится в специальных ёмкостях-реакторах, оборудованных перемешивающими устройствами.

10.19.18. Направления размещения либо утилизации обезвоженного шлама определяются в соответствии с его химическим составом и классом опасности индивидуально для каждых очистных сооружений.

Основные направления размещения и утилизации обезвоженных шламов:

– для шламов с классом опасности 3 и ниже – размещение на полигонах промышленных отходов;

– для шламов с классом опасности 4 и выше – почвенная утилизация в качестве органического удобрения, утилизация в качестве материала для биологической или технической рекультивации нарушенных земель (совместно с обезвоженными и обеззараженными осадками городских сточных вод), в качестве изолирующего грунта при рекультивации полигонов отходов, размещение на полигонах промышленных отходов.

Обезвоженный шлам также может быть использован в качестве сырьевой добавки при производстве строительных материалов. Возможность применения такого способа утилизации определяется экспериментально.

10.19.19. Периодически удаляемые из процесса очистки поверхностных сточных вод отходы: отработанный активированный уголь, загрузка механических и ионообменных фильтров, отработанные фильтровальные картриджи, ультрафиолетовые лампы из установок обеззараживания воды не требуют дополнительной обработки перед вывозом на специализированный полигон или на утилизацию. Направление размещения, либо утилизации отхода определяется в зависимости от его количества и класса опасности.

10.19.20. Периодичность замены активированного угля в адсорбционных фильтрах определяется на основании паспортных данных сорбционной ёмкости применяемого угля, содержания нефтепродуктов или других органических примесей в направляемой на сорбционную доочистку воде, технологических параметрах сорбционного процесса.

10.19.21. Периодичность замены фильтровальной загрузки механических и ионообменных фильтров определяется экспериментально с учётом паспортных данных применяемого фильтровального материала.

10.19.22. Периодичность замены кварцевых ламп из установок ультрафиолетового обеззараживания очищенного стока определяется паспортным ресурсом используемых ламп.

10.19.23. Высококонцентрированные жидкие отходы от процессов регенерации ионообменных фильтров, нанофильтрации и обратного осмоса – элюаты и концентраты – обезвреживаются с применением специальных технологий:

– захоронения отходов методом закачки в подземные пласты;

– перевода жидких отходов в инертный сухой продукт с возможностью его безопасной утилизации или складирования/захоронения в герметичной долговечной таре.

Метод закачки жидких отходов в подземные пласты применяется, как правило, только для особо токсичных отходов, когда другие методы неприемлемы по соображениям технической невыполнимости или из-за чрезвычайной опасности. Определение возможности технической реализации закачки в пласт и прогнозирование отдалённых отрицательных экологических последствий для конкретной природной территории требует проведения обширных специальных геологических и гидрогеологических изысканий и соответствующих согласований.

Перевод жидких отходов в сухой продукт может быть реализован стандартными методами выпарки/сушки рассолов с получением продукта в виде смеси сухих солей, упаковки продукта в герметичную долговечную тару и размещения его на длительное хранение (захоронение) на специальных полигонах. Следует отметить, что для реализации таких процессов требуются значительные энергетические мощности и наличие согласованных действующих или вновь строящихся специально подготовленных полигонов.

10.20. Основные требования по контролю и автоматизации технологических процессов очистки поверхностных сточных вод

10.20.1. Эксплуатация очистных сооружений поверхностных сточных вод должна осуществляться, как правило, в автоматическом режиме без постоянного обслуживающего персонала.

10.20.2. Система автоматического контроля и управления работой очистных сооружений должна обеспечивать:

– автоматическое включение/выключение очистных сооружений при наличии/отсутствии исходного стока;

– нормативный период предварительного отстаивания сточных вод в аккумулирующем резервуаре перед их подачей на глубокую очистку (в очистных сооружениях с использованием аккумулирующего резервуара для предварительного осветления стоков);

– распознавание режима поступления сточных вод в аккумулирующий резервуар и автоматическое переключение очистной установки в режимы работы, соответствующие малоинтенсивному или ливневому дождю (в очистных сооружениях с использованием аккумулирующего резервуара для предварительного осветления стоков);

– возможность (в случае необходимости) корректировки степени частичного заполнения аккумулирующего резервуара в режиме малоинтенсивного дождя в соответствии с климатическими условиями объекта канализования (в очистных сооружениях с использованием аккумулирующего резервуара для предварительного осветления стоков);

– сигнализацию и защиту технологического оборудования от нештатных режимов;

– индикацию работы насосного оборудования и иных устройств;

– контроль расходов очищаемых стоков, обрабатываемых шламов, технологических растворов;

– индикацию заполнения ёмкостного оборудования (в том числе, расходных баков водоочистных реагентов);

– автоматическую промывку фильтров или сигнализацию о необходимости проведения этой операции;

– сигнализацию о необходимости проведения операций по подготовке водоочистных реагентов.

10.20.3. Передача контрольных сигналов на диспетчерский пункт эксплуатирующей организации может производиться различными методами по проводной и беспроводной связи.

10.20.4. На очистных сооружениях большой производительности в ряде случаев целесообразно устройство системы полного дистанционного контроля и управления (АСУ ТП).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.

2. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения.

3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01–99* Строительная климатология.

4. СНиП 23-01–99*. Строительная климатология.

5. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*.

6. Научно-прикладной справочник по климату СССР, Серия 3 «Многолетние данные», Часть 4 «Влажность воздуха, осадки и снежный покров», Выпуски 1-29, Л.: Гидрометеоиздат, 1990.

7. Алексеев М. И., Курганов А. М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. – М.: Изд-во АСВ, 2000.

8. Молоков М. В., Шифрин В. Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. – М.: Стройиздат, 1977.

9. Курганов А. М. Таблицы параметров предельной интенсивности дождя для определения расходов в системах водоотведения: Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1984.

10. Отведение и очистка поверхностных сточных вод / В. С. Дикаревский, А. М. Курганов, А. П. Нечаев, М. И. Алексеев. – Л.: Стройиздат, 1990.

11. Алексеев М.И. Расходы и объёмы талого стока с урбанизированных территорий, ВСТ, 2011, № 7.

12. СанПиН 2.1.5.980–00. Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

13. Проектирование сооружений для очистки сточных вод / ВНИИ ВОДГЕО: Справочное пособие к СНиП 2.04.03–85. – М.: Стройиздат, 1990.

14. Канализация населённых мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика, М: Стройиздат, 1981.

15. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*.

16. СНиП 2.04.02–84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

17. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчёта канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского.– М.: Стройиздат, 1994.

18. ТР 101-07. Технические рекомендации на проектирование и строительство безнапорных подземных трубопроводов хозяйственно-бытовой и дождевой канализации из полиэтиленовых труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» ТР – ОАО «Союзводоканалпроект», 2007.

19. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчёты систем водоснабжения и водоотведения. Справочник – Л.: Стройиздат,1986.

20. СП 116 13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 22-02–2003.

21. СП 104.13330.2012 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления». Актуализированная редакция СНиП 2.06.15–85.

22. Прогнозы подтопления и расчёт дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях. Пособие к СНиП 2.06.15–85.

23. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утв. приказом МПР России от 12.12.2007 № 328.

24. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утв. приказом МПР России от 17.12.2007 № 333.

25. СанПиН 2.1.5.980–00. Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

26. МУ 2.1.5.1183-03 Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ, 11 января 2003 г.

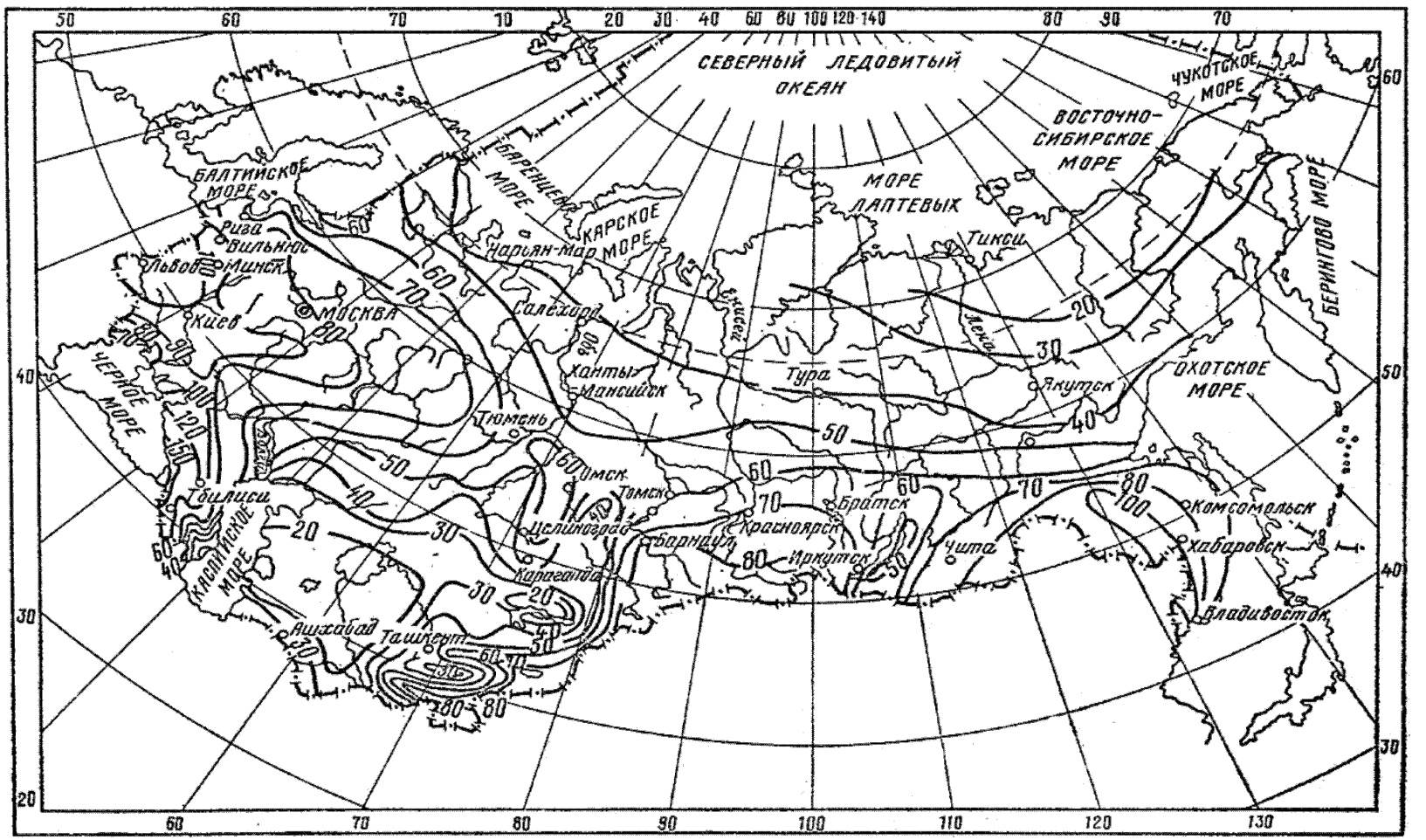
27. МУ 2.1.5.800–99. Организация Госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод. – М.: Минздрав России, 2000.

28. МУ 2.1.5.732–99. Санитарно-эпидемиологический надзор за обеззараживанием сточных вод ультрафиолетовым излучением. – М.: Минздрав России, 1999.

29. МУК 4.2030–05. Санитарно-вирусологический контроль эффективности обеззараживания питьевых и сточных вод УФ-облучением. Методические указания. Утв. главным государственным санитарным врачом РФ 18.11.2005.

30. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.

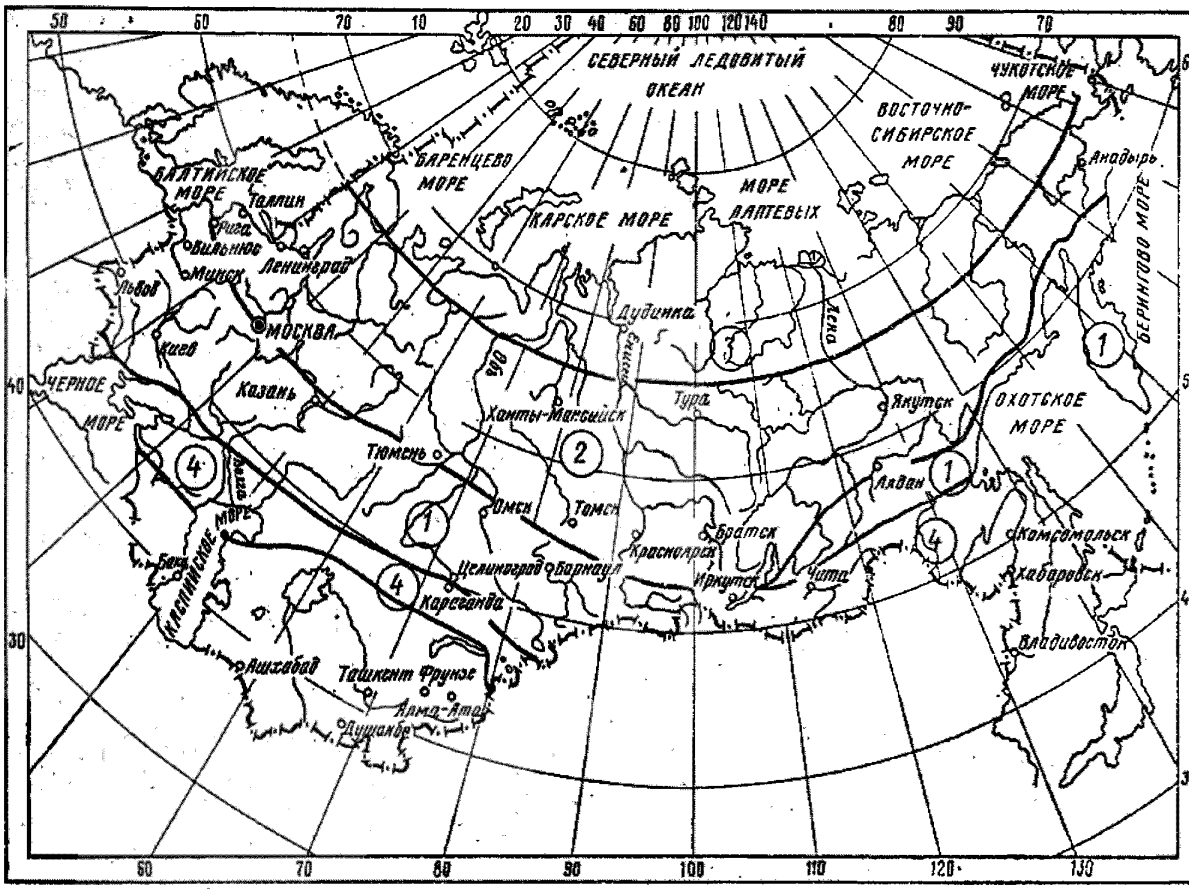
Значение величин интенсивности дождя q_{20} [1, 2]



Значения параметров n, m_r, γ для определения расчётных расходов в коллекторах дождевой канализации [1, 2]

Район	Значения n при		m_r	γ
	$P \geq 1$	$P < 1$		
Побережье Белого и Баренцева морей	0,4	0,35	130	1,33
Север Европейской части России и Западной Сибири	0,62	0,48	120	1,33
Равнинные области запада и центра Европейской части России	0,71	0,59	150	1,54
Равнинные области Украины	0,71	0,64	110	1,54
Возвышенности Европейской части России, западный склон Урала	0,71	0,59	150	1,54
Восток Украины, низовье Волги и Дона, Южный Крым	0,67	0,57	60	1,82
Нижнее Поволжье	0,65	0,66	50	2
Наветренные склоны возвышенностей Европейской части России и Северное Предкавказье	0,7	0,66	70	1,54
Ставропольская возвышенность, северные предгорья Большого Кавказа, северный склон Большого Кавказа	0,63	0,56	100	1,82
Южная часть Западной Сибири, среднее течение р. Или, район оз. Але-Куль	0,72	0,58	80	1,54
Центральный и Северо-Восточный Казахстан	0,74	0,66	80	1,82
Северные склоны Западных Саян, Заилийского Алатау	0,57	0,57	80	1,33
Джунгарский Алатау, Алтай	0,61	0,48	140	1,33
Северный склон Западных Саян	0,49	0,33	100	1,54
Средняя Сибирь	0,69	0,47	130	1,54
Хребет Хамар-Дабан	0,48	0,36	130	1,82
Восточная Сибирь	0,6	0,52	90	1,54
Бассейны рек Шилки и Аргуни, долина р. Среднего Амура	0,65	0,54	100	1,54
Бассейны рек Охотского моря и Колымы, северная часть Нижнеамурской низменности	0,36	0,48	100	1,54
Побережье Охотского моря, бассейны рек Берингова моря, центральная и западная части Камчатки	0,36	0,31	80	1,54
Восточное побережье Камчатки южнее 56^0 с. ш.	0,28	0,26	110	1,54
Побережье Татарского пролива	0,35	0,28	110	1,54
Район оз. Ханка	0,65	0,57	90	1,54
Бассейны рек Японского моря, о. Сахалин, Курильские острова	0,45	0,44	110	1,54
Юг Казахстана, равнина Средней Азии и склоны гор до 1500 м, бассейн оз. Иссык-Куль до 2500 м	0,44	0,4	40	1,82
Склоны гор Средней Азии на высоте 1500–3000 м	0,41	0,37	40	1,54
Юго-Западная Туркмения	0,49	0,32	20	1,54
Черноморское побережье и западный склон Большого Кавказа до г. Сухуми	0,62	0,58	90	1,54
Побережье Каспийского моря и равнина от г. Махачкалы до г. Баку	0,51	0,43	60	1,82
Восточный склон Большого Кавказа, Кура-Араксинская низменность до 500 м	0,58	0,47	70	1,82
Южный склон Большого Кавказа выше 1500 м, южный склон выше 500 м, Дагестан	0,57	0,52	100	1,54
Побережье Чёрного моря ниже г. Сухуми, Колхидская низменность, склоны Кавказа до 2000 м	0,54	0,5	90	1,33
Бассейн р. Куры, восточная часть Малого Кавказа, Талышский хребет	0,63	0,52	90	1,33
Северо-западная и центральная часть Армении	0,67	0,53	100	1,33
Ленкорань	0,44	0,38	171	2,2

Карта районирования территории Российской Федерации по величине слоя талого стока [8]



Район 1 – северная граница: Великие Луки, Москва, Нижний Новгород, Казань, Екатеринбург, Тюмень, Новосибирск, южная часть Байкала, район Яблонового и Станового хребтов, побережье Охотского моря, Камчатка; южная граница: южная часть Урала, Саяны, Алтай, хребет Хамар-Дабан;

Район 2 – к северу от района 1 до устья р. Мезень и далее на восток, примерно по Северному полярному кругу; сюда относится Северо-Западная территория Европейской части России;

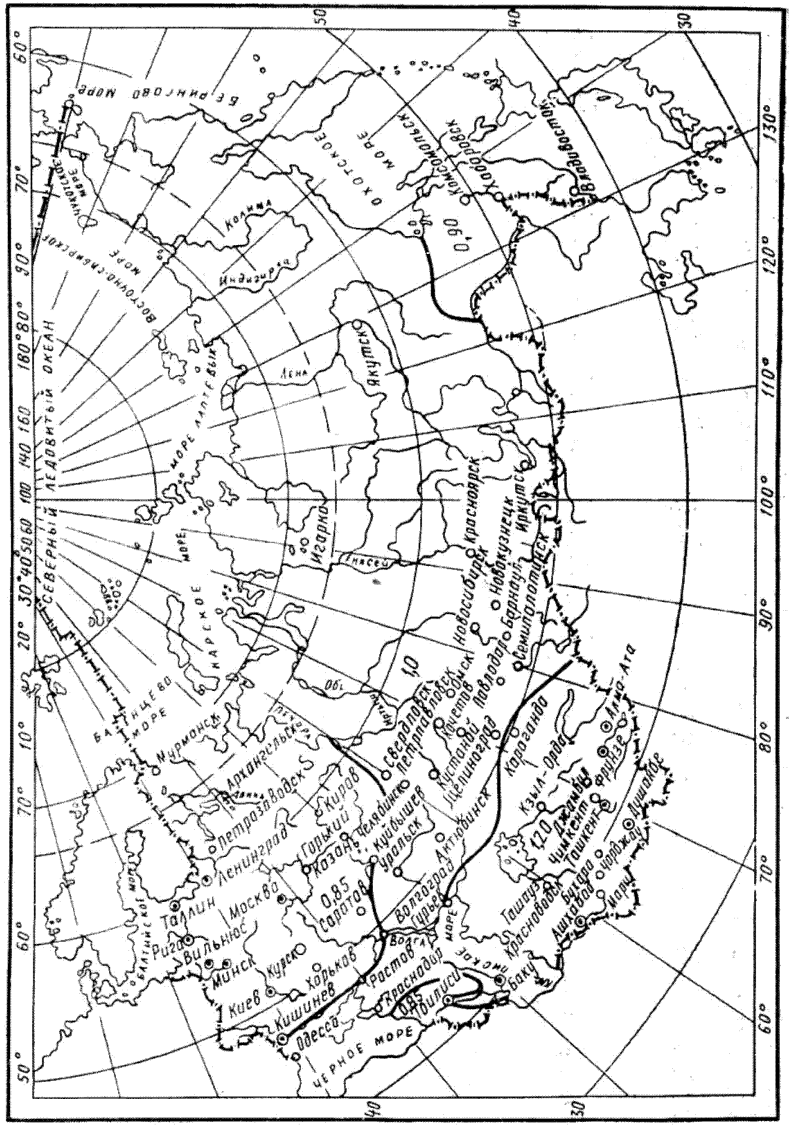
Район 3 – севернее района 2 (к северу от устья р. Мезень и далее к востоку, примерно по Северному полярному кругу);

Район 4 – Сальские и Астраханские степи, южная часть Сибири.

Примечание

В граничных районах шириной до 20 км за слой талого стока принимается среднее значение для двух смежных районов. Для Заволжья можно брать среднее значение слоя между районами 1 и 4.

Карта районирования территории Российской Федерации по коэффициенту С [13]



Методика расчёта объёма резервуара для регулирования поверхностного стока в сети дождевой канализации

Расчёт объёма регулирующего резервуара следует выполнять по методу предельных интенсивностей с использованием расчётных зависимостей типового гидрографа дождевого стока, показанного на рисунке.

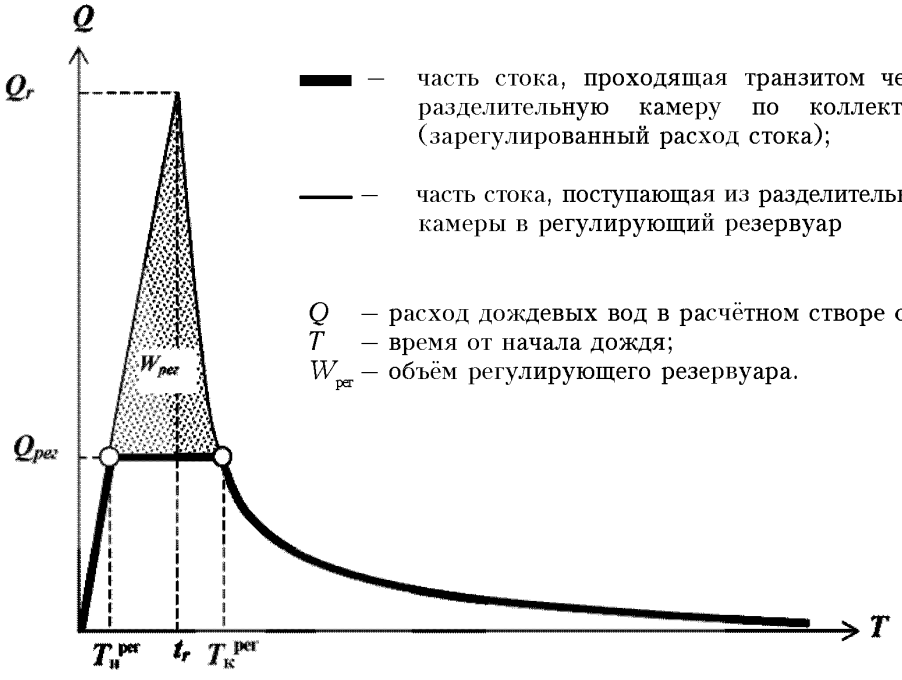


Рисунок 1. **Гидрограф дождевого стока в сети дождевой канализации с разделительной камерой (ливнесбросом) и регулирующим резервуаром**

Рабочий объём регулирующего резервуара W_{per} рассчитывается по формулам:

$$W_{per} = \frac{0{,}06 \cdot Q_r \cdot t_r}{2-n} \cdot \left[\left(\frac{T_K^{per}}{t_r}\right)^{2-n} - \left(\frac{T_H^{per}}{t_r}\right)^{2-n} - \left(\frac{T_K^{per}}{t_r} - 1\right)^{2-n} - \frac{Q_{per}}{Q_r} \cdot (2-n) \cdot \left(\frac{T_K^{per}}{t_r} - \frac{T_H^{per}}{t_r}\right) \right] \quad (1)$$

$$T_H^{per} = t_r \cdot \left(\frac{Q_{per}}{Q_r}\right)^{\frac{1}{1-n}} \quad (2)$$

$$Q_{per} = Q_r \cdot \left[\left(\frac{T_K^{per}}{t_r}\right)^{1-n} - \left(\frac{T_K^{per}}{t_r} - 1\right)^{1-n} \right] \quad (3)$$

где:

$W_{рег}$ – рабочий объём регулирующего резервуара, м^3;

$Q_г$ – максимальный расчётный расход стока в коллекторе до разделительной камеры, л/с;

$Q_{рег}$ – максимальный расчётный зарегулированный расход стока после разделительной камеры, л/с;

$t_г$ – расчётная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчётного участка, мин.;

n – параметр, характеризующий интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности (см. Приложение 2);

$T_н^{рег}$ – момент времени начала поступления избыточного расхода дождевого стока от расчётного дождя из разделительной камеры в регулирующий резервуар, мин;

$T_к^{рег}$ – момент времени окончания поступления избыточного расхода стока от расчётного дождя из разделительной камеры в регулирующий резервуар, мин.

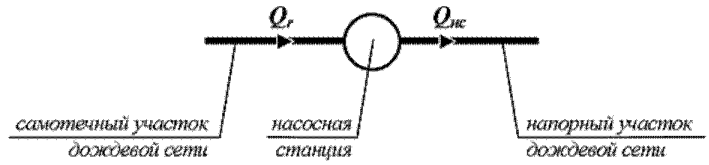
Максимальный расчётный зарегулированный расход стока после разделительной камеры $Q_{рег}$, л/с, рассчитывается по формулам раздела 6.2 настоящих рекомендаций при значении периода однократного превышения расчётной интенсивности дождя P не менее 0,33 года.

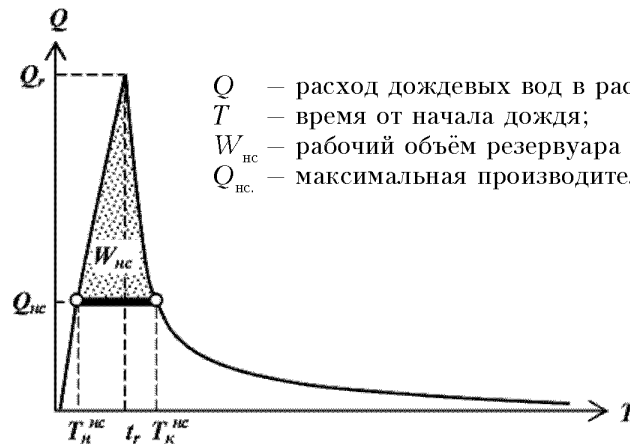
Методика расчёта производительности насосных станций для перекачки дождевого стока

На рисунках 1-3 представлены основные принципиальные схемы перекачки дождевых стоков и соответствующие им расчётные гидрографы.

1. Схема перекачки незарегулированного расхода дождевого стока.

Принципиальная схема и расчётный гидрограф перекачки не зарегулированного по сети расхода дождевого стока представлены на рисунке 1.





Q — расход дождевых вод в расчётном створе сети;
T — время от начала дождя;
$W_{нс}$ — рабочий объём резервуара насосной станции;
$Q_{нс.}$ — максимальная производительность насосной станции.

Рисунок 1. **Схема и расчётный гидрограф перекачки незарегулированного стока**

Максимальная производительность и рабочий объём насосной станции для перекачки незарегулированного дождевого стока определяются по формулам:

$$Q_{НС} = Q_r \cdot \left[\left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} \right)^{1-n} - \left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} - 1 \right)^{1-n} \right]; \qquad (1)$$

$$W_{НС} = \frac{0{,}06 \cdot Q_r \cdot t_r}{2-n} \cdot \left[\left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} \right)^{2-n} - \left(\frac{T_н^{НС}}{t_r} \right)^{2-n} - \left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} - 1 \right)^{2-n} - \frac{Q_{НС}}{Q_r} \cdot (2\text{-}n) \cdot \left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} - \frac{T_н^{НС}}{t_r} \right) \right]; \qquad (2)$$

$$T_к^{НС} = t_r \cdot \left(\frac{Q_{НС}}{Q_r} \right)^{\frac{1}{1-n}}, \qquad (3)$$

где:

$Q_{нс}$ – максимальная производительность насосной станции, л/с;

$W_{нс}$ – рабочий объём резервуара насосной станции, м^3;

$Q_г$ – максимальный расчётный расход дождевого стока в самотечном в коллекторе на входе в насосную станцию, л/с;

$t_г$ – расчётная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчётного участка, мин;

n – параметр, характеризующий интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

$T_н^{нс}$ – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, начинает превышать ее максимальную производительность, мин;

$T_к^{нс}$ – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, перестаёт превышать её максимальную производительность, мин.

2. Схема перекачки зарегулированного расхода дождевого стока

Принципиальная схема и расчётный гидрограф перекачки зарегулированного по сети расхода дождевого стока представлены на рисунке 2.

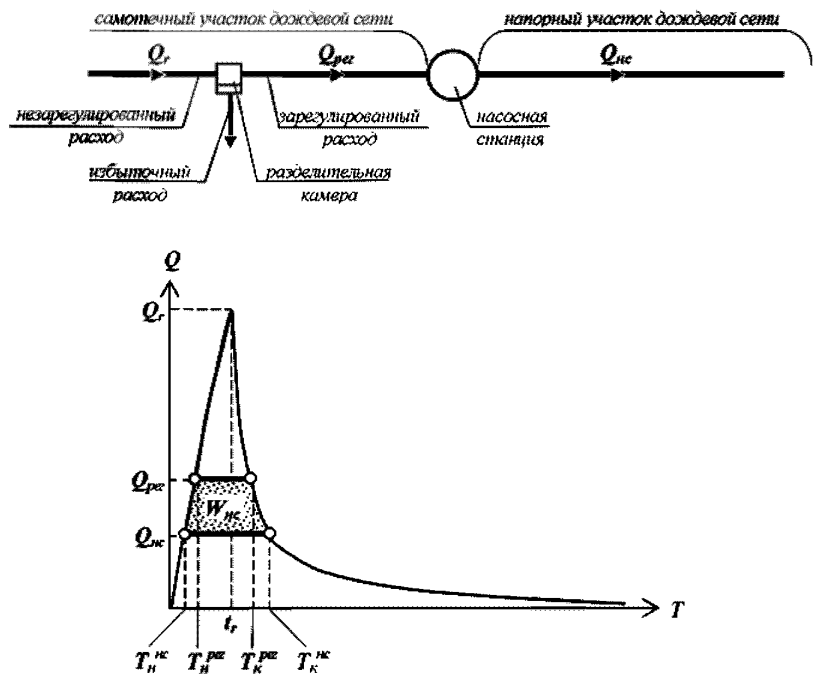


Рисунок 2. **Схема и расчётный гидрограф перекачки зарегулированного стока**

Q – расход дождевых вод в расчётном створе сети;

T – время от начала дождя;

$W_{нс}$ – рабочий объём резервуара насосной станции;

$Q_{рег}$ – максимальный зарегулированный расход в сети дождевой канализации;

$Q_{нс}$ – максимальная производительность насосной станции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Максимальная производительность и рабочий объём насосной станции для перекачки зарегулированного по сети дождевого стока определяются по формулам (4–8).

$$Q_{НС} = Q_r \cdot \left[\left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} \right)^{1-n} - \left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} - 1 \right)^{1-n} \right]; \quad (4)$$

$$W_{НС} = \frac{0{,}06 \cdot Q_r \cdot t_r}{2-n} \cdot \left[\left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} \right)^{2-n} - \left(\frac{T_н^{НС}}{t_r} \right)^{2-n} - \left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} - 1 \right)^{2-n} - \frac{Q_{НС}}{Q_r} \cdot (2-n) \cdot \left(\frac{T_к^{НС}}{t_r} - \frac{T_н^{НС}}{t_r} \right) - \right.$$

$$\left. - \left(\frac{T_к^{рег}}{t_r} \right)^{2-n} + \left(\frac{T_н^{рег}}{t_r} \right)^{2-n} + \left(\frac{T_к^{рег}}{t_r} - 1 \right)^{2-n} + \frac{Q_{рег}}{Q_r} \cdot (2-n) \cdot \left(\frac{T_к^{рег}}{t_r} - \frac{T_н^{рег}}{t_r} \right) \right]; \quad (5)$$

$$T_н^{НС} = t_r \cdot \left(\frac{Q_{НС}}{Q_r} \right)^{\frac{1}{1-n}}; \quad (6)$$

$$T_н^{рег} = t_r \cdot \left(\frac{Q_{рег}}{Q_r} \right)^{\frac{1}{1-n}}; \quad (7)$$

$$Q_{рег} = Q_r \cdot \left[\left(\frac{T_к^{рег}}{t_r} \right)^{1-n} - \left(\frac{T_к^{рег}}{t_r} - 1 \right)^{1-n} \right], \quad (8)$$

где:

$Q_{нс}$ – максимальная производительность насосной станции, л/с;

$W_{нс}$ – рабочий объём резервуара насосной станции, м^3;

$Q_г$ – максимальный расчётный расход стока в самотечном коллекторе до разделительной камеры, л/с;

$t_г$ – расчётная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчётного участка, мин;

n – параметр, характеризующий интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности (см. Приложение 2);

$Q_{рег}$ – максимальный расчётный зарегулированный расход стока после разделительной камеры, л/с;

$T_н^{нс}$ – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, начинает превышать её максимальную производительность, мин;

$T_к^{нс}$ – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, перестаёт превышать её максимальную производительность, мин;

$T_н^{рег}$ – момент времени начала сброса из разделительной камеры избыточного расхода дождевого стока, мин;

$T_к^{рег}$ – момент времени окончания сброса из разделительной камеры избыточного расхода дождевого стока, мин.

3. Схема перекачки избыточного расхода дождевого стока, отводимого из разделительной камеры

Избыточный дождевой сток, отводимый из разделительной камеры, может перекачиваться как в регулирующий резервуар, так и в водный объект. Отведение избыточного загрязнённого дождевого стока в водный объект является частным случаем, который применяется в виде исключения при соответствующем обосновании.

Принципиальная схема и расчётный гидрограф перекачки избыточного дождевого стока, поступающего из разделительной камеры, представлен на рисунке 3.

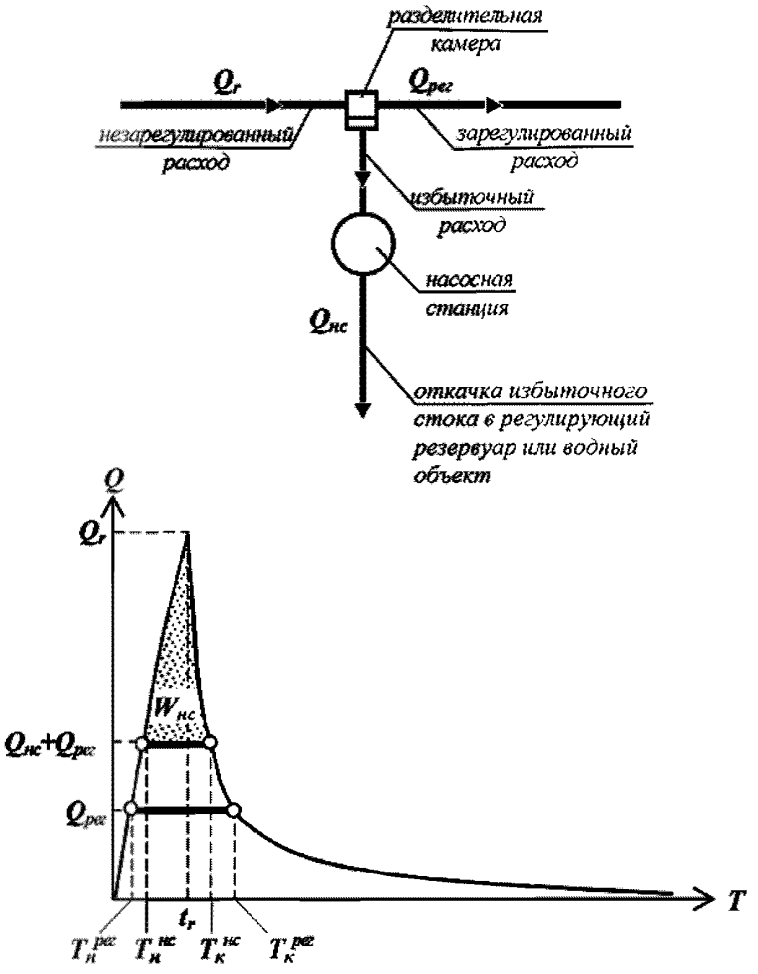


Рисунок 3. **Схема и расчётный гидрограф перекачки избыточного расхода дождевого стока, отводимого из разделительной камеры**

Q – расход дождевых вод в расчётном створе сети;
T – время от начала дождя;
$W_{нс}$ – рабочий объём резервуара насосной станции;
$Q_{рег}$ – максимальный зарегулированный расход в сети дождевой канализации;
$Q_{нс}$ – максимальная производительность насосной станции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Максимальная производительность и рабочий объём насосной станции для перекачки избыточного дождевого стока, поступающего из разделительной камеры, определяются по формулам (9-11).

$$Q_{\text{НС}} = Q_r \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{к}}^{\text{НС}}}{t_r} \right)^{1-n} - \left(\frac{T_{\text{к}}^{\text{НС}}}{t_r} - 1 \right)^{1-n} \right] - Q_{\text{рег}}; \quad (9)$$

$$W_{\text{НС}} = \frac{0{,}06 \cdot Q_r \cdot t_r}{2-n} \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{к}}^{\text{НС}}}{t_r} \right)^{2-n} - \left(\frac{T_{\text{н}}^{\text{НС}}}{t_r} \right)^{2-n} - \left(\frac{T_{\text{к}}^{\text{НС}}}{t_r} - 1 \right)^{2-n} - \frac{Q_{\text{НС}} + Q_{\text{рег}}}{Q_r} \cdot (2-n) \cdot \left(\frac{T_{\text{к}}^{\text{НС}}}{t_r} - \frac{T_{\text{н}}^{\text{НС}}}{t_r} \right) \right]; \quad (10)$$

$$T_{\text{н}}^{\text{НС}} = t_r \cdot \left(\frac{Q_{\text{НС}} + Q_{\text{рег}}}{Q_r} \right)^{\frac{1}{1-n}}, \quad (11)$$

где:

$Q_{\text{нс}}$ – максимальная производительность насосной станции, л/с;

$W_{\text{нс}}$ – рабочий объём резервуара насосной станции, м^3;

$Q_{\text{г}}$ – максимальный расчётный расход стока в самотечном коллекторе до разделительной камеры, л/с;

$t_{\text{г}}$ – расчётная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчётного участка, мин;

n – параметр, характеризующий интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности (см. Приложение 2);

$Q_{\text{рег}}$ – максимальный расчётный зарегулированный расход стока после разделительной камеры, л/с;

$T_{\text{н}}^{\text{нс}}$ – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, начинает превышать её максимальную производительность, мин;

$T_{\text{к}}^{\text{нс}}$ – момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, перестает превышать её максимальную производительность, мин;

$T_{\text{н}}^{\text{рег}}$ – момент времени начала сброса из разделительной камеры избыточного расхода дождевого стока, мин;

$T_{\text{к}}^{\text{рег}}$ – момент времени окончания сброса из разделительной камеры избыточного расхода дождевого стока, мин.

Методика определения величины максимального суточного слоя дождевых осадков для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы

Пример расчёта

Требуется определить для г. Санкт-Петербурга максимальный суточный слой жидких атмосферных осадков h_a, приём стока от которых на очистные сооружения обеспечивает очистку не менее 70 % годового количества дождевых осадков.

Для определения h_a строится график зависимости принимаемой на очистку части осадков H_i, (в % от их суммарного за тёплый период года слоя) от величины максимального суточного слоя дождя $h_{cp.i}$ (в мм), принимаемого на очистку в полном объёме.

Для построения графика используются данные научно-прикладного справочника по климату [6], выпуск 3, по метеостанции Ленинград, ИЦП:

– часть 4, раздел 2 «Осадки», таблица 4.31 «Среднее число дней с различным количеством осадков»;

– часть 2, раздел 1 «Температура воздуха», таблица 2.1 «Средняя месячная и годовая температура воздуха».

Примечание

Пример расчёта приводится на основании данных научно-прикладного справочника по климату [6], так как статистически обработанные результаты метеонаблюдений за период 1990-2010 гг. на сегодняшний день представлены не полностью.

В соответствии с Таблицей 2.1 «Средняя месячная и годовая температура воздуха» для г. Санкт-Петербурга (метеостанция Ленинград, ИЦП) тёплый период года (с положительной среднемесячной температурой воздуха) наблюдаются в период с апреля по октябрь включительно. В таблице 1 представлен фрагмент справочной Таблицы 7.31, охватывающий указанный период года и расчётные данные по суммарному количеству дней с осадками, превышающими заданный слой.

Расчёт параметров графика зависимости принимаемой на очистку части дождевых осадков (%) от величины максимального суточного слоя дождя (мм) приведён в таблице 2. Физический смысл расчёта заключается в определении полученного при заданном h_a суммарного за расчётный период слоя дождевых осадков H_i (%), принимаемого на очистные сооружения.

Таблица 1

Среднее число дней с различным количеством осадков за тёплый период года для г. Санкт-Петербург по метеостанции Ленинград, ИЦП

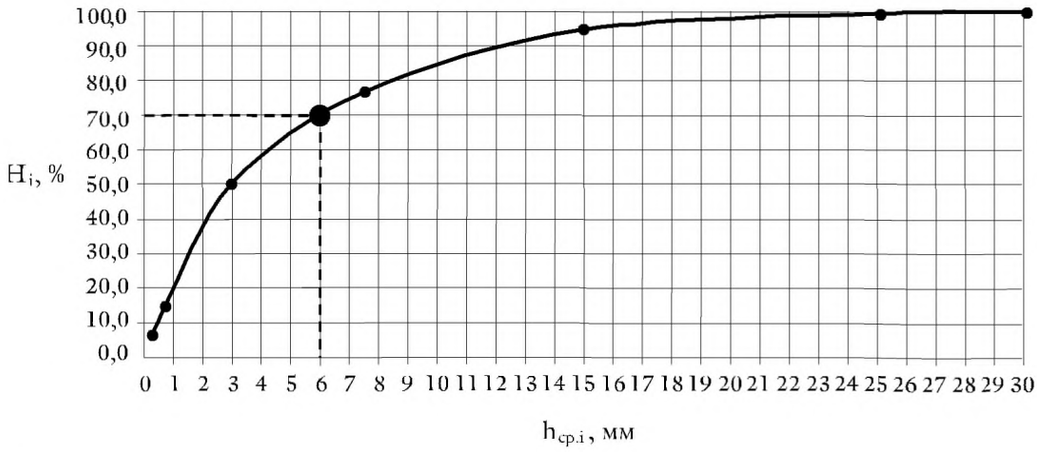
Месяц	Количество осадков, мм						
	≥ 0,1	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 5,0	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 30,0
IV	12,8	9,7	7,7	2,0	0,6	0,1	
V	12,4	9,6	7,8	2,8	1,0	0,2	0,04
VI	13,3	10,8	9,3	3,9	1,7	0,3	0,1
VII	13,8	11,3	9,5	4,0	2,0	0,4	0,1
VIII	15,0	12,5	10,8	4,9	2,3	0,7	0,2
IX	16,2	12,9	10,8	4,3	1,6	0,2	0,1
X	16,8	13,2	10,7	3,7	1,2	0,1	
ΣIV-X	Σ100,3	Σ80	Σ66,6	Σ25,6	Σ10,4	Σ2	Σ0,54

Заданный суточный слой h_a определяется как среднее арифметическое суточных слоёв осадков из таблицы 4.31 «Среднее число дней с различным количеством осадков» климатического справочника [6].

Для построения графика используются данные колонок 3 и 6 таблицы 2. По графику определяем, что максимальный суточный слой осадков h_a, при котором обеспечивается приём на очистные сооружения 70 % суммарного количества осадков, для г. Санкт-Петербурга составляет 6 мм. Это означает, что на очистные сооружения направляются:

– полный объём стока от всех дождей с суточным слоем осадков **не более 6 мм**,

– часть объёма стока от дождей с суточным слоем осадков **более 6 мм**.



Зависимость принимаемого на очистку суммарного за год слоя жидких осадков (%) от величины максимального суточного слоя дождя (мм), принимаемого на очистку в полном объёме, для г. Санкт-Петербург (по метеостанции Ленинград, ИЦП)

Таблица 2

Расчёт параметров определения зависимости принимаемой на очистку части дождевых осадков от величины суточного слоя дождя для г. Санкт-Петербург по метеостанции Ленинград, ИЦП

Суточный слой осадков, мм	Число дней с суточным слоем осадков	Средний суточный слой	Число дней с суточным слоем осадков	Суммарный за тёплый период года слой дождевых осадков, принимаемый на очистные сооружения	
				Hi, мм	Hi, %
1	2	3	4	5	6
≥ **0,1**	**100,3**	$\frac{0,5+0,1}{2}$ = **0,3**	100,3-80,0 = **20,3**	$H_{0,3}$ = 0,3×100,3 = **30,1**	**7,0**
≥ **0,5**	**80,0**				
≥ **1,0**	**66,6**	$\frac{1,0+0,75}{2}$ = **0,75**	80,0-66,6 = **13,4**	$H_{0,75}$ = 0,3×20,3+0,75×80,0 = **66,1**	**15,3**
≥ **5,0**	**25,6**	$\frac{5,0+1,0}{2}$ = **3,0**	66,6-25,6 = **41,0**	$H_{3,0}$ = 0,3×20,3+0,75×13,4+3,0×66,6 = **215,9**	**50,0**
≥ **10,0**	**10,4**	$\frac{10,0+5,0}{2}$ = **7,5**	25,6-10,4 = **15,2**	$H_{7,5}$ = 0,3×20,3+0,75×13,4+3,0×41,0+7,5×25,6= = **331,1**	**76,7**
≥ **20,0**	**2,0**	$\frac{20,0+10,0}{2}$ = **15,0**	10,4-2,0 = **8,4**	H_{15} = 0,3×20,3+0,75×13,4+3,0×41,0+7,5×15,2+ +15,0×10,4 = **409,1**	**94,7**
≥ **30,0**	**0,54**	$\frac{30,0+20,0}{2}$ = **25,0**	2,0-0,5 = **1,5**	H_{25} = 0,3×20,3+0,75×13,4+3,0×41,0+7,5×15,2+ +15,0×8,4 + 25,0×2,0 = **429,1**	**99,4**
		30,0	**0,5**	H_{30} = 0,3×20,3+0,75×13,4+3,0Ч41,0+7,5×15,2+ +15,0×8,4 + 25,0×1,5 + 30,0×0,5 = **431,8**	**100,0**

Методика расчёта максимального суточного слоя осадков с заданной вероятностью превышения (для предприятий второй группы)

Суточные слои жидких атмосферных осадков H_p заданной вероятности превышения $p_{об}$ рекомендуется определять по кривым обеспеченности $H_p = f(p)$, которые строятся по данным ближайших к объекту канализования метеостанций с длительным периодом наблюдения (не менее 25 лет) или по объединенному ряду годовых максимумов суточных осадков на нескольких соседних метеостанциях, что обеспечивает устойчивость и надёжность кривой распределения вероятностей превышения [7; 9].

Аналитическая кривая обеспеченности характеризуется тремя стандартными статистическими параметрами [7]:

средним значением

$$H = \Sigma H_i / n;$$

коэффициентом вариации

$$c_v = \sqrt{\Sigma (H_i / H - 1)^2 / (n-1)};$$

коэффициентом асимметрии

$$c_s = \Sigma (H_i / H - 1)^3 / (n \cdot c_v^3),$$

где:

H_1, H_2,..., H_i, H_n – наблюдавшиеся за n лет наибольшие суточные слои осадков в году.

При $c_s \geq 3c_v$, для аналитического выражения кривых обеспеченности суточных слоёв осадков применяется логарифмически нормальная кривая обеспеченности, при $c_s \leq 3c_v$ – биноминальная кривая.

Предлагаемая методика расчёта суточных слоёв осадков подробно изложена в специальной литературе [7; 9]. При отсутствии длительных рядов наблюдений за количеством осадков для конкретных территорий при выполнении расчётов допускается пользоваться статистически обработанными данными УГМС. Значения величин H, c_s и c_v для различных климатических районов РФ приведены в литературе [7; 9; 10], для отдельных крупных населённых пунктов – в Приложении 11.

Пример расчёта суточных слоёв осадков H_p различной обеспеченности(вероятности превышения) для г. Санкт-Петербурга

Суточные слои осадков H_p, мм, различной обеспеченности вычисляются по формуле, приведенной в справочном пособии [9]:

$$H_p = H_{ср} \cdot (1 + c_v \cdot \Phi) \qquad (1)$$

где:

$H_{ср}$ – среднее максимальное суточное количество осадков, мм

Φ – нормированные отклонения от среднего значения при разных значениях обеспеченности $p_{об}$, %, и коэффициента асимметрии c_s;

c_v – коэффициент вариации суточных осадков.

Параметры H, Φ, c_v и c_s формулы (1) определяются по таблицам, приведенным в специальной литературе [7; 9; 10] или в Приложениях 9 и 10.

По таблице справочного пособия [9] или по Приложению 11 находим, что для г. Санкт-Петербурга: H_p = 30,4 мм; c_s = 1,7; c_v = 0,43.

Так как коэффициент асимметрии кривой обеспеченности для г. Санкт-Петербурга $c_s > 3c_v$, то для определения нормированного отклонения Φ от среднего значения ординат следует использовать логарифмически нормальную кривую обеспеченности.

В результате по таблице Приложения 9 или литературным источникам [7; 10] находим, что при значении коэффициента асимметрии c_s = 1,7 и обеспеченности, например $p_{об}$=63%, нормированное отклонение ординат от среднего значения Φ составляет (– 0,475).

Тогда, по формуле (1) расчётное значение суточного слоя осадков H_p обеспеченностью 63 % составит:

$$H_p = H_ф \cdot (1 + c_v \cdot \Phi) = 30{,}4 \cdot [1 + 0{,}43 \cdot (-0{,}475)] = 24{,}20 \text{ мм}.$$

В таблице приведены результаты расчёта суточных слоёв атмосферных осадков H_p для г. Санкт-Петербурга обеспеченностью от 1,95 до 99 %, что соответствует периоду однократного превышения от 50 лет до 0,22 года.

Суточные слои жидких атмосферных осадков $H_р$, мм, различной обеспеченности

Обеспеченность $p_{об}$, %	Период однократного превышения P, лет	Нормированное отклонение ординат от среднего значения $Ф$	Суточный слой жидких атмосферных осадков $H_р$, мм
4,9	20	1,89	55,11
9,5	10	1,275	47,07
18	5	0,862	41,67
28	3	0,36	35,10
39	2	–0,035	29,94
63	**1**	**–0,475**	**24,20**
86	0,5	–0,93	18,24
95	0,33	–1,16	15,24
99	0,22	–1,375	12,43

Поскольку при гидравлических расчётах систем отведения поверхностных сточных вод для выражения вероятности события обычно пользуются периодом однократного превышения расчётной интенсивности дождя P в годах, в таблице для наглядности приведены результаты пересчёта обеспеченности $p_{об}$, %, (вероятности ежегодного превышения) в период однократного превышения P. Параметры $p_{об}$, % и P, годы связаны между собой законом распределения независимых событий Пуассона [9]:

$$p_{об} = (1 - e^{-s}) \cdot 100\ \% = (1 - e^{-1/p}) \cdot 100\ \%. \quad (2)$$

Таким образом, для промышленных предприятий второй группы максимальный слой осадков за дождь $H_р$, сток от которого должен отводиться на очистные сооружения в полном объёме, следует принимать не менее 24,2 мм (при расчёте сети дождевой канализации на период однократного превышения расчётной интенсивности P=0,33 года и более).

Нормированные отклонения от среднего значения ординат логарифмически нормальной кривой распределения Φ при разных значениях обеспеченности $p_в$ и коэффициента асимметрии c_s

Коэффициент асимметрии, c_s	Значения Φ при обеспеченности, $p_в$, %								
	5	10	25	39	63	80	86	95	99
0,4	1,75	1,32	0,63	0,21	-0,40	-0,85	-1,08	-1,53	-2,04
0,6	1,79	1,33	0,60	0,18	-0,42	-0,85	-1,07	-1,46	-1,91
0,8	1,82	1,32	0,57	0,15	-0,43	-0,87	-0,4	-0,40	-1,79
1,0	1,85	1,31	0,54	0,12	-0,45	-0,84	-1,01	-1,34	-1,68
1,2	1,87	1,31	0,52	0,10	-0,46	-0,82	-0,99	-1,29	-1,58
1,4	1,88	1,30	0,49	0,07	-0,47	-0,81	-0,97	-1,23	-1,49
1,6	1,89	1,28	0,46	0,05	-0,47	-0,80	-0,94	-1,18	-1,41
1,8	1,89	1,27	0,44	0,02	-0,48	-0,78	-0,92	-1,14	-1,34
2,0	1,89	1,25	0,41	0,00	-0,48	-0,77	-0,89	-1,10	-1,28
2,2	1,89	1,23	0,39	0,00	-0,48	-0,76	-0,87	-1,06	-1,22
2,4	1,88	1,21	0,37	-0,03	-0,48	-0,74	-0,86	-1,02	-1,17
2,6	1,87	1,19	0,34	-0,04	-0,48	-0,73	-0,83	-0,99	-1,12
2,8	1,86	1,17	0,32	-0,06	-0,48	-0,72	-0,81	-0,96	-0,8
3,0	1,85	1,15	0,31	-0,07	-0,48	-0,71	-0,79	-0,93	-1,04
3,2	1,84	1,13	0,19	-0,08	-0,48	-0,69	-0,77	-0,90	-1,01
3,4	1,83	1,11	0,28	-0,09	-0,47	-0,68	-0,76	-0,88	-0,98
3,6	1,81	1,09	0,26	-0,09	-0,47	-0,67	-0,75	-0,86	-0,95
3,8	1,80	1,08	0,25	-0,10	-0,47	-0,66	-0,73	-0,84	-0,92
4,0	1,78	1,06	0,24	-0,11	-0,47	-0,65	-0,72	-0,82	-0,90
4,5	1,75	1,01	0,21	-0,12	-0,46	-0,63	-0,70	-0,78	-0,84
5,0	1,71	0,98	0,19	-0,13	-0,45	-0,62	-0,66	-0,74	-0,80
6,0	1,64	0,91	0,15	-0,15	-0,44	-0,57	-0,62	-0,68	-0,73

Нормированные отклонения ординат биноминальной кривой распределения Φ при разных значениях обеспеченности $p_в$ и коэффициента асимметрии c_s

Коэффициент асимметрии, c_s	Обеспеченность, $p_в$, %								
	5	10	25	40	60	80	90	95	99
0,4	1,75	1,32	0,63	0,19	-0,31	-0,85	-1,23	-1,52	-2,03
0,6	1,80	1,33	0,61	0,16	-0,34	-0,85	-1,20	-1,45	-1,88
0,8	1,84	1,34	0,58	0,12	-0,37	-0,86	-1,17	-1,38	-1,74
1,0	1,88	1,34	0,55	0,09	-0,39	-0,85	-1,13	-1,32	-1,59
1,2	1,92	1,34	0,52	0,05	-0,42	-0,84	-1,08	-1,24	-1,45
1,4	1,95	1,34	0,49	0,02	-0,44	-0,83	-1,04	-1,17	-1,32
1,6	1,97	1,33	0,46	-0,02	-0,46	-0,81	-0,99	-1,10	-1,20
1,8	1,99	1,32	0,42	-0,03	-0,48	-0,80	-0,94	-1,02	-1,09
2,0	2,00	1,30	0,39	-0,08	-0,49	-0,87	-0,90	-0,95	-0,99
2,2	2,02	1,27	0,35	-0,12	-0,50	-0,75	-0,842	-0,882	-0,905
2,4	2,00	1,25	0,29	-0,14	-0,51	-0,72	-0,792	-0,82	-0,83
2,6	2,00	1,21	0,25	-0,17	-0,51	-0,70	-0,746	-0,64	-0,77
2,8	2,00	1,18	0,22	-0,20	-0,51	-0,67	-0,703	-0,711	-0,715
3,0	1,97	1,13	0,19	-0,22	-0,51	-0,64	-0,661	-0,665	-0,666
3,2	1,96	1,09	0,15	-0,25	-0,51	-0,61	-0,621	-0,625	-0,625
3,4	1,94	1,06	0,11	-0,27	-0,50	-0,58	-0,586	-0,587	-0,589
3,6	1,93	1,03	0,064	-0,28	-0,49	-0,55	-0,555	-0,556	-0,556
3,8	1,90	1,00	0,032	-0,30	-0,48	-0,52	-0,526	-0,526	-0,526
4,0	1,90	0,96	0,01	-0,31	-0,46	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50
4,5	1,85	0,89	-0,042	-0,32	-0,43	-0,445	-0,445	-0,445	-0,445
5,0	1,78	0,78	-0,099	-0,33	-0,395	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40

Среднесуточные слои осадков $H_{ср}$, коэффициенты вариации c_v, асимметрии c_s для различных территориальных районов РФ [9]

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		$H_{ср}$	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Алтайский край и Республика Алтай				
Барнаул	134	27,7	0,49	2,3
Бийск	135	28,5	0,35	1,4
Горно-Алтайск	135	36,3	0,32	1,5
Улаган	135	21,4	0,32	1,6
Чемал	135	29,4	0,30	1,6
Амурская область				
Благовещенск	155	49,4	0,44	2,2
Архангельская область				
Архангельск	6	29,7	0,45	1,5
Холмогоры	6	28,4	0,46	2,6
Астраханская область				
Астрахань	65	26,7	0,68	2,4
Республика Башкортостан				
Бирск	34	28,1	0,44	2,2
Уфа	34	28,5	0,43	1,4
Белгородская область				
Белгород	36а	35,4	0,46	2,2
Новый Оскол	36а	31,7	0,34	0,5
Брянская область				
Брянск	36	34,7	0,36	1,8
Республика Бурятия				
Улан-Удэ	146	31,1	0,53	2,2
Баргузин	145	29,5	0,47	2,3
Владимирская область				
Владимир	27	34,0	0,39	1,7
Гусь-Хрустальный	27	36,0	0,41	1,3
Ковров	27	34,5	0,41	1,3

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		H_{cp}	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Муром	27	32,2	0,38	1,3
Петушки	27	35,4	0,40	2,3
Суздаль	27	33,3	0,46	1,8
Волгоградская область				
Волгоград	63	26,1	0,43	1,4
Вологодская область				
Великий Устюг	8	30,5	0,37	2,2
Вологда	7	31,3	0,4	2,5
Тотьма	8	23,3	0,28	2,0
Череповец	7	32,5	0,33	1,2
Кириллов	7	29,8	0,3	1,3
Каргополь	7	29,5	0,4	2,3
Воронежская область				
Воронеж	38	33,3	0,66	3,2
Калач	38	28,5	0,34	1,1
Лиски	38	34,3	0,61	2,5
Острогожск	38	36,2	0,46	1,8
Павловск	38	33,3	0,41	1,5
Россошь	38	30,8	0,41	1,7
Забайкальский край				
Могоча	147	41,7	0,41	1,8
Нерченск	147	31,8	0,36	1,5
Сретенск	147	35,2	0,41	1,8
Чита	147	32,8	0,36	2,1
Шилка	147	33,1	0,37	1,2
Ивановская область				
Иваново	28	31,9	0,44	3,0
Кинешма	28	31,1	0,36	1,4
Шуя	28	29,6	0,27	0,9
Юрьевец	28	31,3	0,50	3,0

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		$H_{ср}$	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Иркутская область				
Иркутск	142	38,4	0,41	1,5
Братск	143	32,0	0,61	3,2
Кабардино-Балкарская Республика				
Нальчик	74	49,2	0,38	1,2
Калужская область				
Калуга	26	40,3	0,43	2,2
Малоярославец	26	34,3	0,31	0,8
Камчатский край				
Петропавловск-Камчатский	170	69,7	0,53	2,5
Усть-Камчатск	170	26,5	0,53	1,8
Республика Карелия				
Калевала	4	24,6	0,34	1,7
Кемь	5	28,1	0,3	1,0
Кондопога	4	26,5	0,34	1,2
Петрозаводск	4	34,4	0,48	2,2
Кировская область				
Киров	31	32,7	0,47	2,1
Республика Коми				
Сыктывкар	8	28,5	0,32	1,8
Ухта	9	28,8	0,43	1,4
Костромская область				
Кострома	28	30,5	0,39	2,0
Шарья	28	35,7	0,59	2,9
Краснодарский край				
Адлер	70	78,9	0,35	1,1
Белореченск	66	41,8	0,44	2,4
Красная поляна	70	67,0	0,30	1,5
Краснодар	66	41,1	0,50	2,2
Крымск	66	44,3	0,46	1,5
Кущёвская	66	38,4	0,46	2,0
Новороссийск	69	51,7	0,60	2,0
Приморско-Ахтарск	66	47,7	0,54	2,3
Тамань	66	39,7	0,54	2,0

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		H_{cp}	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Тихорецк	66	39,7	0,48	2,2
Туапсе	70	87,3	0,46	0,9
Сочи	70	78,3	0,38	1,6
Красноярский край				
Ачинск	137	30,0	0,58	2,5
Енисейск	136	24,8	0,36	1,6
Красноярск	138	34,0	0,54	2,4
Минусинск	140	24,6	0,47	2,3
Норильск	136	24,4	0,62	2,9
Севастополь и Республика Крым				
Алушта	60	36,1	0,59	2,0
Евпатория	58	32,8	0,53	1,8
Керчь	61	46,1	0,50	1,7
Севастополь	58	30,5	0,43	1,4
Симферополь	59	41,4	0,52	2,2
Судак	61	33,4	0,63	2,4
Феодосия	61	35,9	0,43	1,4
Ялта	60	43,4	0,67	3,4
Курганская область				
Каргаполье	110	34,2	0,55	1,8
Курган	110	25,8	0,63	2,2
Шадринск	110	29,6	0,47	1,5
Курская область				
Курск	36а	39,6	0,66	4,0
Санкт-Петербург и Ленинградская область				
Волхов	19	29,9	0,4	1,3
Выборг	17	34,0	0,49	2,1
Приморск	17	31,7	0,35	2,1
Пушкин	18	30,3	0,33	2,2
Санкт-Петербург	17	30,4	0,43	1,7
Липецкая область				
Кирсанов	37	30,5	0,49	2,0
Елец	37	29,3	0,42	2,0
Липецк	37	32,3	0,47	2,6
Республика Марий Эл				
Йошкар-Ола	29	30,2	0,43	4,0
Республика Мордовия				

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		$H_{ср}$	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Саранск	30	36,6	0,62	3,6
Москва и Московская область				
Волоколамск	25	35,8	0,50	2,9
Дмитров	25	36,8	0,31	1,1
Кашира	26	31,6	0,40	1,4
Клин	25	36,7	0,42	2,1
Коломна	26	33,6	0,39	1,3
Михнево	26	34,3	0,40	2,1
Москва	25	33,2	0,38	2,3
Нарофоминск	26	35,9	0,38	1,2
Павловский Посад	25	33,5	0,58	2,0
Починки	25	32,0	0,52	2,6
Сергиев Посад	25	35,7	0,33	1,0
Серпухов	26	33,2	0,42	2,4
Мурманская область				
Апатиты	2	23,0	0,38	1,2
Кандалакша	3	23,7	0,39	1,3
Мончегорск	2	25,6	0,37	1,2
Мурманск	1	24,1	0,35	0,9
Хибины	2	27,2	0,33	0,9
Нижегородская область				
Ардатов	30	28,7	0,35	1,2
Арзамас	29	29,6	0,52	3,6
Кулебаки	29	30,3	0,39	1,9
Лукоянов	30	35,66	0,69	5,3
Нижний Новгород	29	30,3	0,40	1,6
Новгородская область				
Новгород Великий	18	32,8	0,41	1,2
Новосибирская область				
Новосибирск	134	29,3	0,53	3,2
Омская область				
Омск	132	28,3	0,58	2,4
Оренбургская область				
Оренбург	43	25,1	0,44	1,4
Орловская область				
Орёл	36	35,9	0,59	3,0
Пензенская область				
Пенза	39	36,2	0,51	2,5
Пермский край				

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		$H_{ср}$	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Березники	32	31,4	0,39	1,3
Пермь	32	30,6	0,45	2,4
Соликамск	32	29,4	0,43	1,4
Приморский край				
Владивосток	163	90,3	0,47	1,6
Псковская область				
Великие Луки	20	32,9	0,38	1,2
Псков	18	36,8	0,37	0,8
Ростовская область				
Ейск	66	36,5	0,43	1,4
Ростов-на-Дону	64	41,0	0,49	1,5
Рязанская область				
Елатьма	27	30,5	0,39	1,6
Касимов	27	32,8	0,49	2,4
Рязань	27	32,9	0,46	1,5
Ряжск	26	30,0	0,36	1,1
Тума	27	34,0	0,46	1,7
Самарская область				
Самара	41а	28,1	0,49	2,1
Саратовская область				
Балашов	40	28,7	0,39	1,2
Саратов	40	30,2	0,44	1,5
Сахалинская область				
Александровск-Сахалинский	173	39,2	0,43	1,4
Южно-Сахалинск	174	50,6	0,40	1,3
Свердловская область				
Екатеринбург	108	31,2	0,37	1,2
Красноуфимск	33	31,0	0,39	1,0
Республика Северная Осетия – Алания				
Владикавказ	74	56,6	0,38	1,6
Смоленская область				
Вязьма	23	33,5	0,36	1,1
Ельня	23	36,7	0,44	1,8
Рославль	23	35,6	0,42	2,0
Смоленск	23	35,1	0,42	1,9
Ставропольский край				

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		H_{cp}	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Ессентуки	73	39,6	0,37	1,2
Железноводск	73	47,9	0,44	1,4
Кисловодск	73	50,8	0,25	1,7
Ново-Пятигорск	73	43,0	0,51	2,9
Пятигорск	73	43,1	0,42	1,3
Ставрополь	68	40,6	0,38	1,9
Тамбовская область				
Моршанск	37	30,2	0,41	1,8
Тамбов	37	32,8	0,33	1,1
Республика Татарстан				
Бугульма	41	31,6	0,39	1,6
Елабуга	40	30,4	0,42	1,4
Казань	41	30,7	0,54	3,6
Мамадыш	41	28,7	0,50	3,6
Тверская область				
Ржев	22	34,8	0,40	1,5
Осташков	22	32,2	0,45	1,9
Тверь	22	32,1	0,37	1,6
Торжок	22	29,6	0,37	1,7
Тургиново	22	30,6	0,40	1,8
Томская область				
Томск	133	31,3	0,48	2,4
Тульская область				
Ефремов	26	31,4	0,50	3,2
Тула	26	31,2	0,37	1,4
Тюменская область				
Викулово	131	35,0	0,43	1,5
Салехард	129	27,3	0,53	1,9
Сургут	130	29,7	0,35	1,1
Тобольск	131	32,5	0,38	0,5
Тюмень	131	33,8	0,51	1,7
Хабаровский край				
Болонь	158	63,2	0,69	4,4
Комсомольск-на-Амуре	157	46,3	0,42	1,2
Николаевск-на-Амуре	157	39,8	0,47	2,4
Советская Гавань	162а	64,9	0,43	2,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Расположение метеостанции	Номер территориального района	Параметры формулы (28)		
		$H_{ср}$	c_v	c_s
1	2	3	4	5
Троицкое	158	47,0	0,35	1,3
Хабаровск	158	47,3	0,46	3,4
Елабуга	158	49,1	0,35	1,3
Челябинская область				
Магнитогорск	111	31,1	0,76	6,0
Троицк	111	30,7	0,59	6,0
Челябинск	111	31,1	0,37	2,6
Чувашская республика				
Чебоксары	29	31,3	0,55	2,2
Чукотский автономный округ				
Анадырь	–	18,9	0,48	1,6
Республика Саха (Якутия)				
Верхоянск	150	16,5	0,53	2,0
Якутск	149	21,7	0,50	1,6
Ярославская область				
Ростов Великий	24	34,7	0,39	1,6
Рыбинск	24	34,8	0,38	1,4
Углич	24	33,9	0,32	1,2
Ярославль	24	33,6	0,38	1,5

Примечание

Номер территориального района и значения параметров формулы (28) для метеостанций Российской Федерации приведены согласно карте районирования кривой редукции выпадения дождей, приведённой в справочной литературе [9].

Методика и пример расчёта суточного объёма талых вод, отводимых на очистку

1. Исходные данные

Предприятие – завод по производству лекарственных препаратов (территория предприятия 1-ой группы по составу загрязняющих примесей в поверхностном стоке);

Место расположения – г. Санкт-Петербург;

Площадь водосбора – 3,90 га, *в том числе:*

1,06 га – кровли зданий и сооружений,

1,39 га – асфальтированные покрытия проездов и площадок для парковки,

1,45 га – газоны и зелёные насаждения.

2. Суточный объём талых вод $W_{т.сут}$, м³, в середине периода весеннего снеготаяния, отводимых на очистные сооружения с территории предприятия определяется согласно указаниям п. 7.3.1 настоящих рекомендаций по формуле (29):

$$W_{тсут} = 10 \cdot F \cdot h_c \cdot \Psi_т \cdot K_у \text{ м}^3$$

где:

10 – коэффициент размерности;

F – общая площадь стока, га

h_c – слой талых вод за 10 дневных часов, мм; допускается определение по одному из трёх возможных вариантов согласно п.п. 7.3.2-7.3.4 настоящих рекомендаций;

$\Psi_т$ – общий коэффициент стока талых вод (принимается 0,5–0,7);

$K_у$ – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется согласно п. 6.2.9 настоящих рекомендаций по формуле (13):

$$K_у = 1 - \frac{F_у}{F} = 1 - \frac{2,45}{3,90} = 0,372,$$

где:

$F_у$ – площадь предприятия, очищаемая от снега (включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками).

1-й вариант расчёта – расчёт суточного слоя талого стока h_c осуществляется исходя из запаса воды (мм) в снежном покрове перед весенним снеготаянием согласно п. 7.3.2 настоящих рекомендаций по формуле (30):

$$h_c = \frac{H_C}{t_C \cdot k} = \frac{65}{16 \times 0,417} = 9,74 \text{ мм},$$

где:

H_C – запас воды в снежном покрове по снегосъёмкам на последний день декады, принимается 65 мм, по данным таблицы 4.40 «Научно-прикладного справочника по климату...» [6];

t_c – продолжительность снеготаяния, сутки; по данным многолетних наблюдений за снежным покровом в районе Санкт-Петербурга составляет до 16 суток;

k – коэффициент, учитывающий продолжительность снеготаяния в течение суток, при снеготаянии в течение 10 дневных часов k = 0,417.

Тогда суточный объём талых вод, отводимых на очистные сооружения, с учётом коэффициента стока $\Psi_т$ = 0,7 и коэффициента вывоза и уборки снега $K_у$ = 0,372, составит:

$$W_{т.}^{сут} = 10 \cdot F \cdot h_c \cdot \Psi_т \cdot K_у = 10 \times 3,9 \times 9,74 \times 0,7 \times 0,372 = 98,9 \text{ м}^3$$

2-й вариант расчёта – расчёт суточного слоя талого стока h_c при известной величине средней декадной высоты снежного покрова к началу снеготаяния осуществляется согласно указаниям п. 7.3.3 настоящих рекомендаций исходя из средней интенсивности процесса снеготаяния по формуле (31):

$$q_c = 1,16 \cdot \frac{\rho \cdot h}{t_C \cdot k} = 1,16 \times \frac{0,6 \times 24}{16 \times 0,417} = 2,504 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

или 0,015 мм/мин; 0,901 мм/ч; 9,01 мм/сут

где:

ρ – плотность снежного покрова на последний день декады, в сфере влияния города принимается до 0,60 г/см³;

h – средняя декадная высота снежного покрова к началу снеготаяния, принимается h=24 см согласно данным таблицы 4.35 «Научно-прикладного справочника по климату ...» [6].

Тогда суточный объём талых вод, отводимых на очистные сооружения, с учётом коэффициента стока $\Psi_т$ = 0,7 и коэффициента вывоза и уборки снега $K_у$ = 0,372, составит:

$$W_т^{сут} = 10 \cdot F \cdot h_c \cdot \Psi_т \cdot K_у = 10 \cdot 3,9 \cdot 9,0 \cdot 0,7 \cdot 0,372 = 91,50 \text{ м}^3$$

3-й вариант расчёта – суточный объём талых вод $W_т^{сут}$, отводимых на очистные сооружения в период снеготаяния, рассчитывается исходя из значений суточных слоёв талых вод $h_с$ требуемой обеспеченности, которые приводятся для четырёх климатических районов РФ в таблице 12 п. 6.2.9 настоящих рекомендаций.

Согласно карте районирования территории РФ по слою талого снега, приведенной в Приложении 3, г. Санкт-Петербург находится во 2-ом климатическом районе. При рекомендуемой обеспеченности в пределах 50-95 % (что соответствует периоду однократного превышения 1,5-0,33 года) к расчёту согласно таблице 12 настоящих рекомендаций может приниматься суточный слой талых вод $h_с$ в пределах от 8 до 20 мм. В данном случае принимается $h_с$=9,5 мм.

Тогда суточный объём талых вод, отводимых на очистные сооружения, с учётом коэффициента стока $\Psi_т$=0,7 и коэффициента вывоза и уборки снега $K_у$=0,372, составит:

$$W_т^{сут} = 10 \cdot F \cdot h_с \cdot \Psi_т \cdot K_у = 10 \cdot 3{,}9 \cdot 9{,}5 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}372 = 96{,}50 \text{ м}^3$$

Выполненные расчёты показали хорошую сходимость результатов, из чего следует, что все три варианта расчёта суточного слоя талых вод $h_с$ могут быть использованы при проектировании очистных сооружений. Однако, наиболее универсальным является третий вариант. Для первых двух вариантов расчёта необходимо знание характера процесса весеннего снеготаяния в конкретной местности (его продолжительность и плотность снежного покрова в последней декаде), которые в городских условиях сильно отличаются от параметров, приведенных в климатических справочниках.

ОАО «НИИ ВОДГЕО»

Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты

Дизайн, верстка — Балашова А.С.

Издание подготовлено к печати
ООО Издательский дом «Отраслевые ведомости»
107113, Москва, Маленковская, д.14

Формат А4,
тираж 2000 экз.
Отпечатано в ООО «Принт Сервис»,
г. Москва, Мариупольская, д.6
Подписано в печать 02.09.2014 г.

ISBN 978-5-905463-65-5



gost.e-ecolog.ru