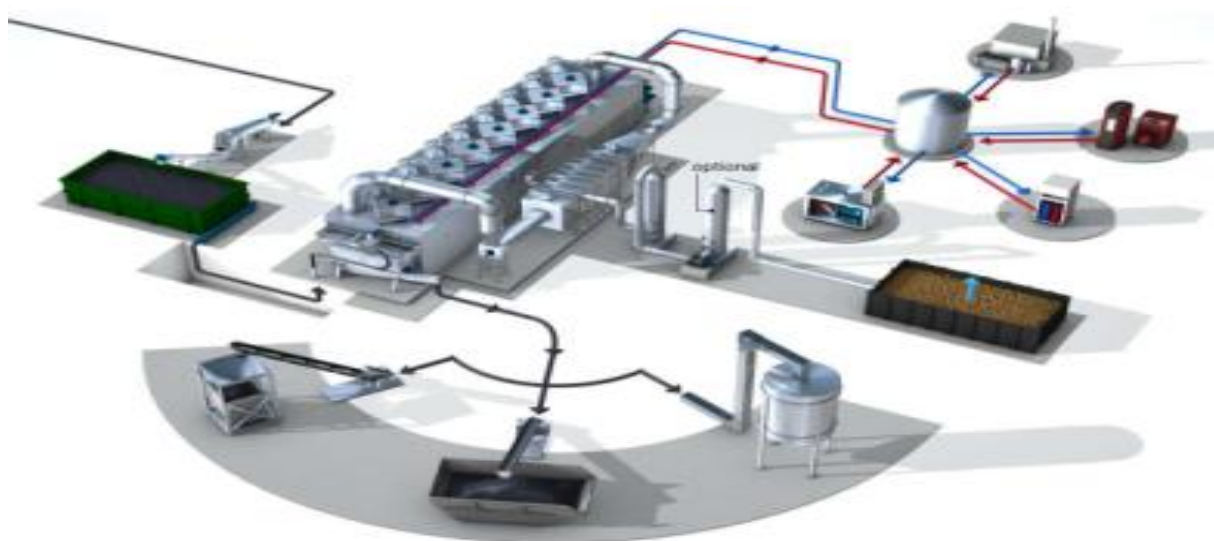


А.Б. Дягилева

**Основы проектирования
природоохранных систем
и сооружений**



Часть 1

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ВОДОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

А.Б. Дягилева

**Основы проектирования
природоохранных систем
и сооружений**

Часть 1

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург

2020

УДК 628(075)
Д 991
ББК.38.761я7

ДЯГИЛЕВА А.Б. Основы проектирования природоохранных систем и сооружений. Часть.1 Требования к проектированию водоочистных сооружений: учебное пособие/ ВШТЭ СПбГУПТД . - СПб., 2020. -92 с.

- ISBN 978-5-91646-202-9

В учебном пособии рассмотрены актуальные нормативные требования, правила и технические решения, которые рекомендуется использовать при проектировании водоочистных сооружений на промышленных площадках.

Приведены сведения по формированию исходных данных для проектирования новых и реконструируемых очистных сооружений, требования к организации систем канализования на промышленных площадках и контролю технологии очистки воды.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.02 и 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и 20.04.01 «Техносферная безопасность», профиль подготовки «Защита окружающей среды территориально-производственных комплексов», а также для специалистов проектных организаций.

Рецензенты: профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств Высшей школы естественных наук и технологий САФУ, д-р техн наук Богданович Н.И.;

заведующая кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов ВШТЭ СПбГУПТД, канд техн наук, доцент Шанова О.А.

Рекомендовано Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве учебного пособия

ISBN 978-5-91646-202-9

© Дягилева А.Б., 2020

© Высшая школа технологии и энергетики,
СПбГУПТД, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие постиндустриального общества невозможно без сбалансированного проектирования технических систем по подготовке воды, направленных на удовлетворение потребностей как промышленного, так и социального характера. Независимо от своего назначения каждая техническая система в своём составе содержит набор инженерных решений по защите человека в этой системе при выполнении ими определенных функций и мер по защите окружающей среды от различных воздействий как на промышленной площадке, так и за ее пределами.

На этапе проектирования определяется будущий характер эффективного функционирования проектируемого объекта, его опасность и механизмы локализации и защиты от негативного воздействия персонала и окружающей природной среды в зоне влияния промышленного объекта.

Процесс проектирования в части защиты окружающей среды связан с решением целого ряда технологических, экологических, экономических и социальных задач. Основной задачей при создании системы инженерной защиты окружающей среды в области регулирования воздействия на окружающую среду является: выбор и обоснование принципиальной схемы очистки выбросов и сбросов, включая обработку и утилизацию отходов с получением вторичных продуктов, выбор и компоновка сооружений, оборудования и т.д.

Проектирования - это процесс, с одной стороны, творческий, но в то же время, сугубо точный, нормированный и регламентированный. При проектировании разработчик (проектные организации) должны пользоваться действующими законодательными и нормативными документами и не нарушать их положения. К таким документам относятся:

- своды правил РФ, национальные стандарты (ГОСТы);
- санитарные нормы проектирования промышленных предприятий;
- основы земельного, водного и гражданского законодательства РФ;
- строительные нормы и правила (СНиП) в их актуальной редакции, технические условия на проектирование (ТУ, ВТУ, ОТТ);
- стандарты на оборудование, строительные материалы и конструкции.

Выполнение нормативных требований является обязательным, и за их соблюдение разработчик несет ответственность.

Проектная организация также несет ответственность за:

- применение в проектах новых эффективных технологических решений и соблюдение авторских прав разработчиков;

- правильность определения сметной стоимости проекта и срока окупаемости;
- технико-экономическую обоснованность проектных решений и их эффективность;
- надежность запроектированных сооружений, их экологическую и эксплуатационную безопасность.

Степень экологической обоснованности и надежности проектов во многом определяет его сметную стоимость и величину эксплуатационных затрат, а также величины будущих необходимых затрат труда и средств на восстановление нарушенных экосистем. При экономии на экологической безопасности объекта на стадии проектирования можно ожидать значительных затрат на возмещение ущерба окружающей среде в период эксплуатации.

Современное экологическое проектирование должно сегодня по существу стать проектированием природно-технической, пространственно-временной системы, которая способна устойчиво развиваться в рамках этой системы, и сегодня нельзя ограничиваться просто вписыванием технологии или сооружений в природу.

Природоохранные принципы проектирования могут быть сформулированы следующим образом:

- охрана ландшафтов - одно из приоритетных условий проектирования;
- при проектировании следует рассматривать состояние среды до возведения объекта и после его появления, с учетом допустимой нагрузки;
- охрана природы должна проводиться в процессе ее использования с учетом ее потенциальных возможностей;
- целостность, системность и взаимосвязь элементов хозяйства, их взаимное влияние на природу в системе комплексного проектирования и проведения экологических мероприятий, которые определяют устойчивое развитие территорий;
- в проекте должен быть отражен как отраслевой, так и территориальный подход;
- мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды должны проектироваться и проводиться территориально-дифференцированно в соответствии с дифференциацией природных систем;
- проектироваться должно не только создание объекта, но и режим его функционирования, режим ухода за ним, режим и методы управления ландшафтом;
- система природоохранных мероприятий должна включать в качестве обязательного элемента подсистему комплексного контроля за воздействиями и изменениями в природной среде;
- приоритет должен отдаваться мероприятиям по предупреждению воздействий, способных вызвать негативные последствия (принцип профилактики).

Таким образом, на этапе проектирования закладываются все факторы, которые могут способствовать охране окружающей среды и устойчивому развитию территории или, наоборот, осложнять ее.

Настоящий учебное пособие является материалом для разработки проектных решений на основе существующих норм и требований к проектированию новых и реконструкции действующих очистных сооружений сточных вод, которые могут образоваться на промышленных площадках в различных природно-климатических районах, в том числе в районах распространения вечномёрзлых грунтов и сейсмичностью до 6 баллов.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем курсе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Аккумулирующая емкость (накопитель поверхностного стока): сооружение для приема, сбора и усреднения расхода и состава поверхностных сточных вод с территории и промышленного предприятия с целью их последующей подачи на очистку.

Ассимилирующая способность водного объекта: способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования.

Биохимическое потребление кислорода (БПК): количество растворенного кислорода, потребляемого микроорганизмами за установленное время и в определенных условиях при биохимическом окислении содержащихся в воде веществ.

Вермитехнология: система организационно-технологических мероприятий по культивированию дождевых компостных червей на разных субстратах (в т.ч. на осадках хозяйственно-бытовых сточных вод) в конкретных экологических условиях. Обработанный копролит и биомасса червей применяются в сельском хозяйстве.

Водный объект: сосредоточение вод на поверхности суши в формах ее рельефа либо в недрах, имеющих границы, объем и черты водного режима

Водный режим: изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах (весеннее половодье, летне-осенние паводки, летняя и зимняя межень – фазы водного режима).

Водоочистные устройства: изделия, предназначенные для очистки (доочистки, обеззараживания) воды с целью улучшения ее качества или целенаправленного изменения состава и свойств.

Водосборный бассейн (площадь водосбора): территория, поверхностный сток с которой поступает в сеть дождевой канализации.

Выпуск сточных вод: трубопровод, отводящий очищенные 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°C .

Дождевая канализация: совокупность мероприятий и сооружений, обеспечивающих прием, очистку и отведение дождевых, талых и поливо-мочных вод с территорий населенных пунктов и промышленных предприятий.

Загрязнение водных объектов: сброс или поступление иным способом в водные объекты, а также образование в них вредных веществ, которые ухудшают качество поверхностных и подземных вод, ограничивают использование либо негативно влияют на состояние дна и берегов водных объектов.

Загрязняющее воду вещество: вещество в воде, вызывающее нарушение норм качества воды.

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.

Изолированный балласт: балластные воды, принятые в танк, который полностью отделен от грузовой и топливной систем судна (танкера) и постоянно предназначен для перевозки балласта.

Источники загрязнения: объекты, с которых осуществляется сброс или иное поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и берегов водных объектов.

Качество воды: характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования.

Контроль качества вод: проверка соответствия показателей качества вод установленным нормам и требованиям.

Контрольный створ: поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество

Коэффициент неравномерности расхода сточных вод: отношение максимального суточного расхода сточных вод к среднесуточному.

Коэффициент стока: отношение объема поверхностного стока на водосборной поверхности в течение одного ливня к общему объему осадков, выпавших за время этого ливня на данной территории.

Коэффициент стока общий: коэффициент стока, учитывающий количество поверхностного стока (слой стока или объем), поступающего в систему дождевой канализации за определенный 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 (может применяться в расчетах, когда водонепроницаемые поверхности составляют более 30-40% от площади водосбора).

Локальные очистные сооружения: сооружения и устройства, предназначенные для очистки отдельных потоков сточных вод перед их сбросом в систему промышленной, коммунальной или дождевой канализации.

Льальные воды: воды льял насосного и машинного отделений с любым содержанием нефтепродуктов.

Наилучшая доступная технология (НДТ) – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения (№7-ФЗ).

Неорганизованный сброс загрязняющих веществ: вынос загрязняющих веществ с территории водосбора предприятий и организаций и прилегающей инфраструктуры, относящейся к промплощадкам, неорганизованным поверхностным стокам (отведение дождевых, талых и поливочных вод за пределы территорий предприятий по естественному уклону местности в кюветы дорог, овраги, непосредственно в реки, ручьи, пруды и иные водные объекты либо в ливневую канализацию соседних предприятий и организаций).

Нормы качества воды: установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования).

Обеззараживание сточных вод: обработка сточных вод с целью удаления из них патогенных и санитарно-показательных микроорганизмов.

Обработка осадков сточных вод: технологические процессы, обеспечивающие снижение влажности и объемного количества осадков с переводом их в нетекучее состояние для последующей утилизации или долговременного складирования на специализированных полигонах.

Объем очищаемой воды: максимальный объем воды, очищаемой водоочистным устройством в течение одних суток при заявленной производительности без снижения эффективности водоочистного устройства.

Ориентировочный допустимый уровень (ОДУ): временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями.

Осадки сточных вод: суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической, физико-химической очистки.

Поверхностные воды: воды, постоянно или временно находящиеся в поверхностных водных объектах.

Поверхностные сточные воды (поверхностный сток): загрязненная дождевая, талая, поливомоечная вода, стекающая с застроенных территорий населенных пунктов и промышленных площадок, отводимая системой сооружений в водные объекты.

Поверхностный водоем: поверхностный водный объект, представляющий собой сосредоточение вод с замедленным водообменом в естественных или искусственных впадинах.

Подземные воды: воды, в том числе минеральные, находящиеся в подземных водных объектах.

Предельно допустимая концентрация в водоемах рыбохозяйственного водопользования (ПДК_{р/х}): максимальная концентрация загрязняющего вещества, находящегося в водоеме, которая не влияет на плодовитость организма и качество потомства, т.е. обеспечивает сохранность вида в водоеме.

Предельно допустимая концентрация в водоемах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_{х/п} и к/б): максимально действующая концентрация компонента в воде водоема, назначаемая из условий предотвращения загрязнения и истощения водоема, ухудшения качества воды, используемой населением для тех или иных целей (питья, купания).

Предельно допустимая концентрация вещества в воде (ПДК): концентрация вещества в воде, выше которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования

Предельно допустимый сброс в водный объект (ПДС): масса веществ или микроорганизмов в данном пункте выпуска сточных вод в водный объект, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе.

Производительность водоочистного устройства: максимальный объем воды, очищаемый в единицу времени.

Производственные сточные воды: сточные воды, которые образуются в процессе производства (технологические растворы, технологические и промывные воды, воды насосов и охлаждающих систем, воды химводоочистки, воды от мытья оборудования и т.д.).

Раздельная система канализации: система канализации на промышленном предприятии, при которой устраиваются две или более **самостоятельных канализационных сетей:** сеть для отведения хозяйственно-бытовых сточных вод, сеть для производственных сточных вод, сеть для отведения с территории промышленного предприятия дождевого, талого и поливо-моечного стока, каждая оборудованные своими собственными очистными сооружениями, в том числе и локальными.

Расход: объем (количество) сточных вод, поступающих за определенный период времени, измеряется в л/с, м³/ч и др.

Регулирующая емкость (регулирующий резервуар): сооружение для регулирования по объему сточных вод, образующихся на территории промышленного предприятия, перед подачей их на очистные сооружения.

Слой стока: количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо интервал времени, равное толщине слоя, равномерно распределенного по площади этого водосбора.

Сточные воды: воды, сбрасываемые в установленном порядке в водные объекты после ее использования или поступившие с загрязненной территории.

Фактический сброс: масса веществ или микроорганизмов в данном пункте выпуска сточных вод, поступающая в водный объект в единицу времени, измеряется в г/ч или т/год.

Фоновая концентрация: концентрация вещества в воде, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных 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: поперечное сечение водного потока, в котором определяются фоновые концентрации веществ в воде водного объекта.

Химическое потребление кислорода (ХПК): количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием окислителей.

Хозяйственно-бытовые сточные воды: сточные воды, которые образуются в жилых, административных и коммунальных (банных, прачечных и т.д.) зданиях, а также в бытовых помещениях промышленных предприятий.

Централизованная система коммунальной канализации (городская канализация): комплекс инженерных сооружений населенных пунктов для сбора, очистки и отведения сточных вод в водные объекты и обработки осадков сточных вод.

Чистый балласт: балластные воды в танке, промытом после последнего рейса с грузом нефти.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Сокращение	Расшифровка (пояснение)
АРМ	Автоматизированное рабочее место
БОС	Биологические очистные сооружения
БПК	Биохимическое потребление кислорода
БПК _{полн}	Биохимическое потребление кислорода (полное), определяется в предварительно насыщенной кислородом пробе воды после ее экспозиции в стеклянной колбе в темноте в течение 20 суток при температуре +20 °С
БПК ₅	Биохимическое потребление кислорода (пятисуточное), определяется в предварительно насыщенной кислородом пробе воды после ее экспозиции в стеклянной колбе в темноте в течение 5 суток при температуре 20°С
ГОСТ(ГОСТ Р)	Национальный стандарт
ГН	Гигиенические нормативы
ГСМ	Горюче - смазочные материалы
ГТС	Гидротехнические сооружения
КНС	Канализационная насосная станция
ЛОС	Локальные очистные сооружения
МН	Магистральный нефтепровод
МНТ	Магистральный нефтепроводный транспорт
МУ	Методические указания
НД	Нормативный документ
НПС	Нефтеперекачивающая станция
ОМД	Отраслевой методический документ
ОР	Отраслевой регламент
ОС	Очистные сооружения
ОПО	Опасный производственный объект
ОСТ	Отраслевой стандарт
ОТЗ	Общее техническое задание
ОТТ	Общие технические требования
ПАВ (АПАВ)	Поверхностные анионоактивные вещества
ПДК	Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ
ПДК _{р/х}	Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в водоемах рыбохозяйственного водопользования

Сокращение	Расшифровка (пояснение)
ПДК_{х/п и к/б}	Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в водоемах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
ПДОС	Производственно-дождевые очистные сооружения
ПДС	Предельно допустимый сброс загрязняющих веществ и микроорганизмов в водоем
ПП	Промышленная площадка
ПСД	Проектно-сметная документация
ПЭАК	Производственный эколого-аналитический контроль
ПЭК	Производственный экологический контроль
РП	Резервуарный парк
СИ	Средства измерений
СК	Средства контроля
СН	Строительные нормы
СНиП	Строительные нормы и правила
СП	Свод правил
СПАВ	Синтетические поверхностно-активные вещества
СанПиН	Санитарные правила и нормы
ТЗ	Техническое задание
ТУ	Технические условия
ТЭО	Технико-экономическое обоснование строительства и реконструкции сооружений
УФ - облучение	Ультрафиолетовое облучение
ХПК	Химическое потребление кислорода
ФЗ	Федеральный Закон
ЭД	Эксплуатационная документация

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение очистных сооружений. Общие указания

Очистные сооружения канализации объектов хозяйственной деятельности должны обеспечивать условия приема воды в систему коммунального водоотведения или обеспечивать санитарную и экологическую безопасность выпуска очищенной воды в водные объекты.

Производственно-дождевая канализация принимает дождевые, талые воды с открытых технологических площадок, а также может принимать дренажные воды при правильной организации площадки с учетом новых требований. Хозяйственно-бытовая канализация проектируется для приема хозяйственно-бытовых стоков и стоков, близких по качеству к бытовым стокам.

Производственно-дождевая канализация должна принимать в дополнение к водам поверхностного стока воды от мойки автотранспорта, причалов, и инфильтрационные воды от поливки территорий. При наличии нефтесодержащих потоков канализация предприятия должна принимать воды такого качества со всей промышленной площадки. Очистные сооружения должны обеспечить очистку поступающих сточных вод до нормативно установленного уровня (ПДС, ПДК_{р/х}., ПДК_{х/п и к/б}).

При проектировании очистных сооружений следует учитывать **очередность строительства** предприятия. В состав каждого пускового комплекса необходимо включать очистные сооружения, обеспечивающие полную очистку сточных вод вводимых в эксплуатацию объектов.

Накопление и усреднение стоков необходимо производить в резервуарах-накопителях и резервуарах статического отстоя.

При проектировании сетей производственно-дождевой и хозяйственно-бытовой канализации следует обеспечивать преимущественно **самотечный режим** отведения сточных вод. При невозможности организации самотечного режима должны быть предусмотрены **насосные станции** перекачки сточных вод. Канализационные насосные станции (КНС) должны применяться в комплектно-блочном исполнении с использованием погружных насосов. Днище КНС следует предусматривать коническое или полукруглое. КНС неочищенных производственно-дождевых стоков, содержащих нефтепродукты, должны быть оснащены оборудованием во взрывобезопасном исполнении.

Локальные очистные сооружения (ЛОС) предназначены для обработки специфических сточных вод в технологии различных производств и предусматривают возможность повторного использования воды в технологии с оборотным водоснабжением, а также предназначены для очистки сточных вод абонента (субабонента) перед их сбросом (приёмом) в водные объекты.

Проектирование сетей канализации должно производиться с учетом и увязкой с инженерными сетями другого назначения. Расходомерная аппаратура канализации должна обеспечить **контроль расходных показателей** и возможность составления **водохозяйственного баланса предприятия**.

1.2. Основные принципы выбора технологических схем очистки воды и систем канализации

Проекты канализации необходимо разрабатывать одновременно с проектами водоснабжения с обязательным анализом баланса водопотребления и отведения сточных вод согласно постановлению ПРФ №87 от 16 февраля 2008 г. «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию».

Численность персонала на очистных сооружениях определяется согласно рекомендациям по нормированию труда водопроводно-канализационного хозяйства. Для выполнения этих расчетов можно воспользоваться Приложениями 1-3.

Сброс очищенных сточных вод может осуществляется в водоемы. При реконструкции очистных сооружений допускается использование уже существующих прудов-испарителей, биопрудов. Условия и места выпуска очищенных сточных вод и поверхностного стока в водные объекты следует согласовывать с уполномоченными природоохранными органами и органами исполнительной власти, уполномоченными в области охраны и использования водных ресурсов согласно действующему законодательству РФ.

При определении **надежности системы канализации** и отдельных её элементов необходимо учитывать технологические, санитарно-гигиенические требования по охране поверхностных и подземных вод. Следует принимать **I категорию надежности** электроснабжения для электроприемников очистных сооружений. Электроприемники должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервированных источников питания.

При аварии или ремонте одного сооружения перегрузка остальных сооружений данного назначения не должна превышать 10÷20 % расчетной их производительности без **снижения эффективности** очистки сточных вод.

Оборотное водоснабжение должно быть предусмотрено в системах охлаждения, для мойки автомашин, в ряде технологических процессов при соответствии ТУ качества воды для повторного использования. Допустимо повторное использование очищенных производственных и дождевых сточных вод на полив территории, полив зеленых насаждений, газонов и цветников. **Безвозвратные потери** воды должны восполняться за счет **аккумулирования** поверхностных и производственных сточных вод после их очистки.

В основе выбора схем очистки воды лежат теоретические представления о коллоидно-химическом составе воды и подчиненности процессов выделения примесей в зависимости от фазово-дисперсного их состояния в стоке.

Классификация Кульского позволяет четко подбирать соответствующие технические решения для очистки любой воды. Эти вопросы рассматриваются в курсе «Теория и технология очистки воды и обработки осадка». Основные принципы, которые необходимо учитывать для выбора эффективного способа очистки при реализации проектных решений, могут быть сформулированы следующим образом:

- фазово-дисперсная характеристика веществ с учетом их химических особенностей определяет поведение этих соединений в водной среде и их отношение к вводимым реагентам (это требует организации контроля воды на различных стадиях);
- каждому фазово-дисперсному состоянию примесей соответствуют определенные технологические приемы и методы удаления из водной системы (дает вариантность техническим решениям по стадиям процесса);
- способность многих веществ в водной среде изменять свое фазово-дисперсное состояние под влиянием физико-химических факторов (рН, солевой фон, температура и пр.) открывает возможность широко варьировать технологические приемы и методы регулирования процессов обработки;
- влияние форм примесей, находящихся в воде, на характер протекающих в ней физико-химических процессов, дает возможность использовать реакции, присущие ионным, молекулярным и коллоидным системам, а также взвесям, для очистки от этих примесей. Систематизация веществ по этим признакам позволяет все загрязнения природных и промышленных вод свести к нескольким группам, принадлежность к которым и определяет технологию водоочистки;
- оптимальный режим обработки воды определяется фазово-дисперсным состоянием ее примесей и достигается строгими технологическими условиями, которые обеспечиваются специально подобранной автоматически регулирующей и контролирующей аппаратурой.

В проектах при выборе технологической схемы очистки воды и системы канализации объектов необходимо учитывать:

- возможность отдельного отведения и очистки разнородных по источникам образования, качественным и количественным характеристикам категорий сточных вод;

- возможность вывода отдельным потоком и локальной предварительной очистки сточных вод, содержащих повышенные концентрации специфических загрязняющих компонентов (СПАВ, минеральные соли, нефтепродукты) перед их отведением в общие системы канализации;

- возможность создания локальных водооборотных и замкнутых систем производственного водоснабжения (в том числе, на основе локально очищенных потоков сточных вод со специфическими загрязняющими компонентами) без отведения стоков в общие системы канализации;

В системе производственно-дождевой канализации должна быть обеспечена очистка:

- не менее 70 % годового поверхностного стока дождевых, талых и поливочных вод с площадок административно-хозяйственного блока (площадок с дорожным асфальто-бетонным покрытием, грунтовым покрытием и газонов, крыш зданий, складов и навесов) с учетом требований на выпуск в соответствующие водоприемники;

- всего объема поверхностного стока с открытых технологических площадок (площадок подпорной насосной, фильтров-грязеуловителей, пуска и приема средств очистки и диагностики, топливных емкостей котельной и дизельной электростанции и т.д.), которые могут быть загрязнены специфическими веществами с токсичными свойствами или значительным количеством органических веществ.

При разработке схемы отведения и очистки поверхностных сточных вод в зависимости от конкретных условий (источников загрязнения, размеров, расположения и рельефа водосборного бассейна и др.) следует учитывать необходимость локализации отдельных участков производственной территории, на которые могут попадать вредные вещества.

В качестве примера в Приложении 3 (часть 2) приведен характер потребления производственно-дождевых сточных вод на наливных терминалах.

При проектировании новых и реконструкции существующих очистных сооружений в рекреационных зонах, используемых для культурно-бытовых и хозяйственно-питьевых нужд населения, а также на прилегающей двухкилометровой полосе суши и водоохранных зонах должны предусматриваться меры по предотвращению загрязнения района водопользования и зоны его санитарной охраны (СанПиН № 4631-88).

1.3. Требования по обеззараживанию очищенных сточных вод

Обеззараживание сточных вод – обработка сточных вод с целью удаления из них патогенных и снижения концентрации санитарно-показательных микроорганизмов до допустимого уровня. Обеззараженные очищенные сточные воды, поступающие на сброс, должны удовлетворять требованиям действующих СанПиН по всем нормируемым санитарно-бактериологическим показателям. Не допускается сбрасывать в водные объекты хозяйственно-бытовые и

производственно-дождевые сточные воды, содержащие возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной и паразитарной природы.

Сточные воды, опасные по эпидемиологическому критерию, могут сбрасываться в водные объекты только после соответствующей очистки и обеззараживания до числа термотолерантных колиформных бактерий КОЕ/100 мл – 100, числа общих колиформных бактерий КОЕ/100 мл – 500 и числа колифагов БОЕ/100 мл – 100.

Особое внимание следует уделять предотвращению биообрастания и повторного роста микроорганизмов в водоотводящих сетях.

Обеззараживание сточных вод следует производить ультрафиолетовым облучением, возможно использование озono-воздушной смеси.

Контроль за процессом обеззараживания сточных вод следует осуществлять путем определения остаточного числа термотолерантных и общих колиформных бактерий в 100 мл обеззараженной воды, а также – общего числа колифагов в той же единице.

1.4. Требования к технологии обработки осадков сточных вод и к площадкам их временного размещения

Технология обработки осадков сточных вод определяется качественным и количественным составом сточных вод, принятыми технологическими процессами их очистки, объемным количеством и значением влажности образующихся осадков, классом их опасности.

Основные *технологические стадии обработки осадков* включают: подготовку к обезвоживанию (уплотнение); обезвоживание на специальных установках; обеззараживание; размещение на иловых площадках временного складирования; долговременное размещение на специализированных полигонах. Сжигание осадков осуществляют, если их утилизация невозможна или экономически нецелесообразна. Технологические решения по обработке осадков принимаются индивидуально для конкретных очистных сооружений.

Уплотнение осадков – процесс снижения значений их влажности и объемного количества с применением гравитационных или флотационных сооружений и оборудования. Для гравитационного уплотнения следует применять емкостные сооружения по типу вертикальных или радиальных отстойников. Сокращение рабочего объема уплотнителей и повышение эффективности процесса достигается применением стержневых мешалок, обеспечивающих медленное перемешивание осадков при их уплотнении.

Обезвоживание осадков – процесс снижения влажности и объемного количества осадка и перевода его в нетекучее состояние для подготовки его к

последующей утилизации, временному хранению или размещению на специализированных полигонах. Технологические схемы обезвоживания осадков, применяемое оборудование и сооружения зависят от химического состава и физических свойств осадков, требований к их качеству на последующих стадиях переработки и местных условий. Для обезвоживания осадков следует применять установки с мешочными фильтрами, центрифуги, ленточные и камерные фильтр-прессы.

Обеззараживание осадков сточных вод – процесс уничтожения возбудителей болезней людей и животных. Санитарно-гигиенические показатели осадков оцениваются по наличию яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. Обеззараживание осадков надлежит осуществлять термическими (прогревание, сушка) или химическими (применение специальных химических препаратов) методами.

Временное складирование обезвоженных осадков – хранение в процессе переработки и утилизации. Для этих целей следует предусматривать использование открытых площадок с твердым водонепроницаемым покрытием, оборудованных дренажной системой для отведения атмосферных осадков. В районах с повышенным количеством атмосферных осадков допускается строительство крытых площадок. Площадки складирования следует размещать вблизи сооружений для механического обезвоживания. Высота слоя штабеля определяется индивидуально для конкретных условий и, как правило, не должна превышать 2-3 м. На площадках временного складирования необходимо предусматривать механизацию погрузочно-разгрузочных работ.

Обезвоженные осадки биологических очистных сооружений следует размещать на специализированных полигонах для последующей утилизации одним из способов, определенным на основании НДТ по согласованию с надзорными органами (например, для удобрения полей и озелененной территории НПС).

Осадки очистных сооружений поверхностного (производственно-дождевого) стока следует также размещать на специализированных полигонах и предусматривать обработку от возможных специфических загрязнений и далее использовать в собственном производстве по согласованию с органами санитарно-эпидемиологического надзора или в виде товарного продукта с известными качественными характеристиками.

Сжигание осадков – процесс окисления органической части осадков до нетоксичных газов (диоксид углерода, водяные пары и азот) и смолы. Процесс сжигания осадков состоит из следующих стадий: нагревание, сушка, отгонка летучих веществ, сжигание органической части и прокаливание для выгорания остатков углерода. Возгорание осадка происходит при температуре 200-500 °С, температура в топке печи на стадии прокаливания должна быть 700-1100 °С.

Прокаливание зольной части осадка завершается его охлаждением. Для сжигания осадков применяют многоподовые печи, печи кипящего слоя и циклонные печи.

1.5. Общие требования к размещению сооружений в различных природно-климатических условиях эксплуатации

При проектировании и строительстве очистных сооружений необходимо учитывать пространственную изменчивость и неоднородность природных условий на территории Российской Федерации. В различных природно-климатических условиях предъявляются особые требования к строительству инженерных сооружений и к мероприятиям по их защите от опасных природных процессов и явлений.

Климатическое районирование РФ для строительства, приведенное СП 31.13330.2012, разработано на основе комплексного сочетания средней месячной температуры воздуха в январе и июле, средней скорости ветра за три зимних месяца, средней месячной относительной влажности воздуха в июле.

В том же документе установлены климатические параметры, применяемые при проектировании зданий и сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения.

При проектировании, строительстве и эксплуатации сетей и сооружений системы водоотведения, очистных сооружений для обеспечения надежной эксплуатации в течение длительного периода времени необходимо выявлять геофизические воздействия, вызывающие проявления и активизацию опасных природных (геологических, гидрометеорологических и др.) процессов. Основные положения по определению опасных природных воздействий установлены в СП 115.13330.2016.

Оценка опасности возникновения геофизических воздействий в литосфере, гидросфере и атмосфере должна производиться на основе использования опубликованных и фондовых данных о состоянии природной среды, материалов комплексных инженерных изысканий, включающих прогноз взаимодействия проектируемых объектов с окружающей средой, и исходных данных для разработки предпроектной и проектной документации.

Для прогноза опасных природных воздействий следует применять структурно-геоморфологические, геологические, геофизические, сейсмологические, инженерно-геологические и гидрогеологические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические и инженерно-геодезические методы исследования, а также их комплексирование с учетом сложности природной и природно-техногенной обстановки территории.

Результаты оценки опасности природных, в том числе геофизических воздействий, должны быть включены в исходные данные для разработки документации на строительство очистных сооружений с целью:

- установления возможности строительного освоения территории;
- разработки мероприятий по устранению или ослаблению влияния опасных природных воздействий;
- выбора соответствующих конструктивных и технологических решений, компенсирующих опасные воздействия.

Категории оценки сложности природных условий приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Характеристики	Категории оценки сложности природных условий		
	Простые	Средней сложности	Сложные
Рельеф и геоморфологические	Равнинный, слабо-расчлененный район; не более трех геоморфологических элементов одного генезиса	Равнинные и предгорные районы; более трех геоморфологических элементов одного генезиса	Горный район; множество геоморфологических элементов различного генезиса
Гидрогеологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Подземные воды отсутствуют или имеется один выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом	Два и более выдержанных горизонта подземных вод, местами с неоднородным химическим составом или обладающих напором	Горизонты подземных вод не выдержаны по мощности и по простирацию, с неоднородным химическим составом и изменяющимся по простирацию напором. Сложное чередование водоносных и водоупорных пород
ОПП, сейсмичность с учетом сейсмического микрорайонирования	ОПП имеют ограниченное и локальное распространение, сейсмическая интенсивность не более 6 баллов	ОПП развиты на значительных площадях, охватывают менее 50% территории, сейсмическая интенсивность от 6 до 7 баллов	ОПП охватывают более 50 % территории, сейсмическая интенсивность более 7 баллов
Примечание. Категории сложности природных условий оцениваются по совокупности факторов, при наличии двух или трех преобладающих факторов - по преобладающему фактору высшей категории.			

При проектировании очистных сооружений и их инженерной защиты от опасных природных процессов (ОПП) следует учитывать наиболее опасные из них. Перечень основных опасных природных процессов, активизируемых геофизическими воздействиями, и категории их опасности приведены в СП 115.13330.2016 и Приложении 4 (часть 2).

По наиболее распространенным опасным природным явлениям и процессам, определяющим особенности расчета, проектирования и строительства систем водоотведения, очистных и иных инженерных сооружений выделяются районы особых условий строительства сооружений.

К особым природно-климатическим условиям строительства и эксплуатации относятся: сейсмические районы, районы распространения просадочных грунтов, районы распространения вечномерзлых грунтов.

1.6. Дополнительные требования к сооружениям в особых природно-климатических условиях

1.6.1. Сейсмические районы

Требования настоящего подраздела должны выполняться при проектировании систем канализации для районов сейсмичностью 7-9 баллов дополнительно к требованиям СП 31.13330.2012. При проектировании систем канализации, расположенных в сейсмических районах, надлежит предусматривать мероприятия, исключающие затопление территории сточными водами и загрязнение подземных вод и открытых водоемов в случае повреждения канализационных трубопроводов и сооружений.

Для предохранения территории канализуемого объекта от затопления сточными водами, а также загрязнения подземных вод и открытых водоемов (водотоков) при аварии необходимо от сети устраивать перепуски (под напором) в другие сети или аварийные резервуары без сброса в водные объекты.

При выборе схем канализации надлежит предусматривать децентрализованное размещение канализационных сооружений, если это не вызовет значительного усложнения и удорожания работ, а также следует принимать разделение технологических элементов очистных сооружений на отдельные секции.

Заглубленные здания необходимо располагать на расстоянии не менее 10 м от других сооружений и не менее $12D_n$ (D_n - наружный диаметр трубопровода) от трубопроводов.

В канализационных насосных станциях в местах присоединения трубопроводов к насосам необходимо предусматривать *гибкие соединения*, допускающие угловые и продольные взаимные перемещения концов труб.

Для коллекторов и сетей безнапорной и напорной канализации надлежит принимать все виды труб с учетом назначения трубопроводов, требуемой прочности труб, компенсационной способности стыков, а также результатов технико-экономических расчетов, при этом глубина заложения всех видов труб в любых грунтах не нормируется. Проектирование напорных трубопроводов следует производить согласно СП 31.13330.2012.

Не допускается прокладывать коллекторы в насыщенных водой грунтах (кроме скальных, полускальных и крупнообломочных), в насыпных грунтах независимо от их влажности, а также на участках со следами тектонических нарушений.

1.6.2. Просадочные грунты

Системы канализации, подлежащие строительству на просадочных, засоленных и набухающих грунтах, надлежит проектировать согласно СП 22.13330.2011 и СП 31.13330.2012.

Требования к основаниям под безнапорные трубопроводы в грунтовых условиях I и II типов по просадочности приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Тип грунта по просадочности	Характеристика территории	Требования к основаниям под трубопроводы
I	Застроенная	Без учета просадочности
	Незастроенная	То же
II (просадка до 20 см)	Застроенная	Уплотнение грунта и устройство поддона
	Незастроенная	Уплотнение грунта
II (просадка св. 20 см)	Застроенная	Уплотнение грунта и устройство поддона
	Незастроенная	Уплотнение грунта

Примечания: *Незастроенная территория* – территория, на которой в ближайшие 15 лет не предусматривается строительство населенных пунктов и объектов народного хозяйства.
 1. *Уплотнение грунта*– трамбование грунта основания на глубину 0,3 м до плотности сухого грунта не менее 1,65 тс/м³ на нижней границе уплотненного слоя.
 2. *Поддон*– водонепроницаемая конструкция с бортами высотой 0,1-0,15 м, на которую укладывается дренажный слой толщиной 0,1 м.
 3. Требования к основаниям под МН следует уточнять в зависимости от класса ответственности зданий и сооружений, расположенных вблизи МН.
 Для углубления траншей под стыковые соединения МН следует применять трамбование грунта.

При грунтовых условиях II типа по просадочности следует применять при просадках грунтов от собственной массы:

а) до 20 см для самотечных трубопроводов – железобетонные безнапорные, керамические трубы; для напорных трубопроводов – железобетонные напорные, полиэтиленовые трубы;

б) свыше 20 см для самотечных трубопроводов - железобетонные напорные, керамические трубы; для напорных трубопроводов - полиэтиленовые, чугунные трубы.

Допускается применение для напорных трубопроводов стальных труб на участках при возможной просадке грунта от собственной массы до 20 см и рабочем давлении свыше 0,9 МПа (9 кгс/см²), а также при возможной просадке свыше 20 см и рабочем давлении свыше 0,6 МПа (6 кгс/см²).

Стыковые соединения железобетонных, керамических, чугунных, полиэтиленовых труб на просадочных грунтах со II типом грунтовых условий должны быть податливыми за счет применения эластичных заделок.

Расчет условий, при которых сохраняется герметичность безнапорного трубопровода вследствие горизонтальных перемещений грунта при возможной просадке грунта от собственной массы свыше 10 см позволяет обеспечить требуемую надежность при эксплуатации.

Для Санкт-Петербурга устройство сетей водоснабжения и водоотведения проектируется на основе РМД 40-20-2016.

1.6.3. Вечномерзлые грунты

При проектировании оснований под сети и сооружения следует руководствоваться принципами I или II использования вечномерзлых грунтов согласно СП 25.13330.2012.

Использование грунтов оснований по принципу I следует принимать в случаях, если:

- грунты характеризуются значительными осадками при оттаивании;
- оттаивание грунтов вокруг трубопровода влияет на устойчивость расположенных вблизи зданий и сооружений, строящихся с сохранением основания в мерзлом состоянии.

Способ прокладки трубопроводов в вечномерзлых грунтах следует принимать надземным – по опорам, эстакадам, мачтам с устройством пешеходных переходов в населенных пунктах при расположении на низких опорах, подземным, преимущественно бесканальным, наземным.

При проектировании способа прокладки трубопроводов и подготовки оснований под них следует руководствоваться СП 31.13330.2012. Прокладка сетей канализации совместно с сетями хозяйственно-питьевого водопровода допускается только в том случае, когда под канализационные трубы выделен отдельный отсек канала, обеспечивающий отвод сточных вод в аварийный период.

При трассировке сетей канализации надлежит по возможности предусматривать присоединение объектов с постоянным выпуском сточных вод к начальным участкам сети.

На выпусках из зданий следует предусматривать комбинированную изоляцию труб (теплоаккумулирующую и тепловую). Расстояние от центра смотровых колодцев до зданий и сооружений, возводимых по первому принципу строительства, надлежит принимать не менее 10 м. Для напорных сетей канализации следует принимать стальные трубы, как для водопроводных сетей. Для самотечных сетей канализации необходимо применять трубы с резиновой уплотнительной манжетой. Уклон тоннелей или каналов должен обеспечивать выпуск аварийных утечек в систему канализации. Для исключения возможного

нарушения вечномерзлого состояния грунтов в основании зданий выпуски канализации следует прокладывать надземно для зданий с проветриваемыми подпольями. Устройство открытых лотков в колодцах на сетях канализации не допускается. Для чистки труб следует предусматривать закрытые ревизии. В проекте должны быть предусмотрены технические решения, исключающие замерзание трубопроводов.

Условия выпуска сточных вод в водные объекты должны удовлетворять Гигиеническим требованиям к охране поверхностных вод (СанПиН 2.1.5.980-00) и подземных вод (СП 2.5.1059-01) от загрязнения. При этом необходимо учитывать низкую самоочищающую способность водных объектов, их полное промерзание или резкое сокращение расходов в зимний период.

Для очистки сточных вод могут быть применены биологический, биолого-химический, физико-химический методы. Выбор метода очистки должен быть определен его технико-экологическими и экономическими показателями, условиями сброса сточных вод в водные объекты, наличием транспортных связей и степенью освоения района, типом населенного места (постоянный, временный), наличием реагентов и т. п.

При выборе метода и степени очистки следует учитывать температуру сточных вод, холостые сбросы водопроводной воды, изменения концентрации загрязняющих веществ за счет разбавления. Расчетную температуру сточных вод в месте выпуска следует определять теплотехническим расчетом согласно СН 510-78. Пример расчета в Приложении 5 (часть 2).

Биологическую очистку сточных вод надлежит предусматривать только в искусственных условиях.

Обработку осадка следует осуществлять преимущественно в искусственных условиях с доведением осадка до определенных потребительских свойств.

Намораживание осадка с последующим его оттаиванием надлежит предусматривать в специальных накопителях. Высота слоя намораживания осадка не должна превышать глубину сезонного оттаивания.

Размещение очистных сооружений следует предусматривать, как правило, в закрытых отапливаемых зданиях.

Очистные сооружения следует применять высокой индустриальной сборности или заводской готовности, обеспечивающие минимальное привлечение человеческого труда при простом управлении: тонкослойные отстойники, многокамерные аэротенки, флототенки, аэротенки с высокими дозами ила, флотационные илоотделители, аэробные стабилизаторы осадка.

Для физико-химической очистки сточных вод допускается применять следующие схемы:

- I – усреднение → коагуляция → отстаивание →
фильтрование → обеззараживание;

- II– усреднение → коагуляция → отстаивание → фильтрование → озонирование.

Схема I обеспечивает снижение БПК_{полн} от 180 до 15 мг/л, схема II– от 335 до 15 мг/л за счет окисления озоном оставшихся растворенных органических веществ с одновременным обеззараживанием сточных вод.

В качестве реагентов следует применять сернокислый алюминий с содержанием активной части не менее 15 %, активную кремнекислоту (АК), кальцинированную соду, гипохлорит натрия, озон. В схеме I сода и озон исключаются.

Дозы реагентов надлежит принимать, мг/л: сернокислого безводного алюминия – 110-100, АК – 10-15, хлора – 5 (при подаче в отстойник) или 3 (перед фильтром), озона – 50-55, соды – 6-7.

1.7. Предпроектные исследования и инженерные изыскания

Для выбора площадки очистных сооружений, а также с целью уточнения состава сточных вод и режима их отведения следует выполнять предпроектные обследования. Это одна из важных частей проектной деятельности, так как в случае применения типовой проектной документации при организации систем очистки воды подлежит *государственной (негосударственной) экспертизе только часть результатов инженерных изысканий и фундаментов*, если таковая экспертиза предусмотрена Градостроительным кодексом РФ.

В состав предпроектных обследований включаются инженерные изыскания для строительства, а также обследование существующих объектов или очистных сооружений, для которых выполняется проектирование.

Инженерные изыскания для строительства с целью разработки проекта очистных сооружений должны обеспечивать получение необходимых и достаточных материалов и данных о природных и техногенных условиях и прогноз их изменения в составе и с детальностью, достаточными для разработки проектных решений по территории выбранной площадки объекта строительства (стадия «проект»).

Инженерные изыскания на стадии «проект» должны обеспечивать, в соответствии с требованиями актуальных нормативных документов, получение необходимых материалов для обоснования компоновки зданий и сооружений, принятия конструктивных и объемно-планировочных решений по ним, составления ситуационного и генерального планов проектируемого объекта, разработки мероприятий и проектирования сооружений инженерной защиты, мероприятий по охране природной среды, проекта организации строительства.

В состав инженерных изысканий для строительства входят следующие основные их виды: инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические, инженерно-экологические изыскания,

изыскания грунтовых строительных материалов и источников водоснабжения на базе подземных вод.

Инженерные изыскания для строительства следует выполнять и оформлять в соответствии с требованиями СП 11-102-97, инженерно-гидро-метеорологические изыскания для строительства регламентированы СП 11-103-97, инженерно-геодезические изыскания СП 11-104-97, инженерно-геологические изыскания СП 11-105-97.

Инженерно-геодезические изыскания для строительства должны обеспечивать получение топографо-геодезических материалов и данных о ситуации и рельефе местности (в том числе, дна водотоков, водоемов и акваторий), существующих зданиях и сооружениях (надземных, подземных и надземных), элементах планировки (в цифровой, графической, фотографической и иных формах), необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий территории строительства и обоснования проектирования, строительства и эксплуатации объектов.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий площадки проектируемого строительства, включая рельеф, геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы, изменение условий застроенных территорий, составление прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой с целью получения необходимых и достаточных материалов для проектирования, строительства и эксплуатации объектов.

Инженерно-экологические изыскания должны проводиться в соответствии с СП 11-102-97 и обеспечивать:

- комплексное изучение природных и техногенных условий территории, ее хозяйственного использования и социальной сферы;
- оценку современного экологического состояния отдельных компонентов природной среды и экосистем в целом, их устойчивости к техногенным воздействиям и способности к восстановлению;
- разработку прогноза возможных изменений природных (природно-технических) систем при строительстве, эксплуатации и ликвидации объекта;
- оценку экологической опасности и риска;
- разработку рекомендаций по предотвращению вредных и нежелательных экологических последствий инженерно-хозяйственной деятельности и обоснование природоохранных и компенсационных мероприятий по сохранению, восстановлению и оздоровлению экологической обстановки;
- разработку мероприятий по соблюдению социально-экономических, исторических, культурных, этнических и других интересов местного населения;

- разработку рекомендаций и (или) программы организации и проведения локального экологического мониторинга, отвечающего этапам (стадиям) предпроектных и проектных работ.

Инженерно-экологические изыскания для разработки проектной документации включают:

- изыскания для разработки проекта строительства (рабочего проекта);
- изыскания для разработки рабочей документации;
- изыскания для реконструкции, расширения и ликвидации объекта.

Задачами инженерно-экологических изысканий для разработки проектной документации являются:

- получение необходимых и достаточных материалов для экологического обоснования проектной документации на строительство очистных сооружений на выбранном варианте площадки с учетом нормального режима его эксплуатации, а также возможных *залтовых и аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ;*

- уточнение материалов и данных по состоянию окружающей среды, полученных на предпроектных стадиях, уточнение границ зоны влияния;

- *оценка экологического риска* и получение необходимых материалов для разработки раздела «Охрана окружающей среды» в проекте строительства (рабочем проекте) очистных сооружений.

При выполнении предпроектных обследований для существующих объектов (или их очистных сооружений) следует уточнять состав сточных вод и режим их отведения. Состав сточных вод для существующих объектов надлежит принимать по данным аналитических определений по всему перечню нормируемых показателей после их статистической обработки за период не менее одного года.

В составе данных по режиму отведения сточных вод на основании фактических замеров должны быть представлены:

- для хозяйственно-бытовых сточных вод – *коэффициент суточной неравномерности, общие коэффициенты неравномерности притока (максимальный и минимальный);*

- для производственных сточных вод – *максимальные часовые расходы от отдельных объектов и совмещенный часовой график притока.*

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

2.1. Расчетные (фактические) расходы сточных вод производственных объектов

Для определения производительности и технологических расчетов, при проектировании или реконструкции очистных сооружений хозяйственно-бытовых, производственных и дождевых сточных вод, надлежит производить расчет

проектных (фактических) расходов сточных вод по отдельным потокам стоков, образующихся на промышленной площадке.

Расчет суточных, максимальных и минимальных расходов следует выполнять согласно разд. 3 настоящего пособия (в случае проектирования для условий нового строительства) или по фактическим данным (в случае реконструкции для условий существующих объектов).

В общем случае расчетные расходы производственных сточных вод, поступающих на очистные сооружения определяются по следующим формулам с учетом норм водоотведения:

$$Q'_{\text{сут}} = n^* \cdot M \text{ [м}^3\text{/сут]}; \quad (2.1)$$

$$q'_{\text{макс.с}} = \frac{n^* \cdot M_{\text{макс.см}}}{T \cdot 3,6} \cdot K_{\text{ч}} \quad (2.2)$$

где n^* – норма водоотведения на единицу продукции или перерабатываемого сырья с учетом водооборота, м^3 ; M и $M_{\text{макс. см}}$ – число единиц продукции или перерабатываемого сырья при максимальной выработке, соответственно, в сутки и смену; T – число рабочих часов в смену; $K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности.

Коэффициенты неравномерности водоотведения надлежит принимать при определении расчетных расходов хозяйственно-бытовых сточных вод по максимальному и минимальному притоку воды к очистным сооружениям или по данным аналогичных сооружений, используя соотношение:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{макс. час}}}{Q_{\text{ср. час}}} \quad (2.3)$$

2.2. Проектный или фактический состав сточных вод

Состав сточных вод, направляемых на очистные сооружения, надлежит определять расчетом, принимать по данным объектов-аналогов либо на основании результатов анализа реальных сточных вод (для существующих объектов). Ряд показателей качества воды для специфических потоков приводится в справочниках НДТ.

При расчете состава хозяйственно-бытовых сточных вод количество загрязняющих воду веществ следует принимать по табл. 2.1 с учетом общего времени пребывания на предприятии различных категорий работающих.

Перечень основных контролируемых показателей качества воды хозяйственно-бытового назначения приведен в Приложении 6 (часть 2). Для химического состава *производственно-дождевых сточных вод* промышленных

площадок, где могут храниться и используются нефтесодержащие компоненты, характерны следующие особенности:

- значение БПК_{полн.} менее 50 мг О₂/дм³;
- концентрация нефтепродуктов до 90 мг/дм³;
- концентрация СПАВ до 55 мг/ дм³ в случае проведения учебных тренировок по пожаротушению и после тушения пожаров;
- общая минерализация (сухой остаток) до 4500 мг/дм³, содержание хлоридов и сульфатов – до 2500 мг/дм³ в результате сброса подтоварной воды.

Таблица 2.1

Показатель	Количество загрязняющих веществ на одного сотрудника, г/сут
Взвешенные вещества	65
БПК _{полн.} неосветленной жидкости	75
БПК _{полн.} осветленной жидкости	40
Азот аммонийный солей N	8
Фосфаты P ₂ O ₅ ,	3,3
в том числе от моющих веществ	1,6
Хлориды Cl	9
Поверхностные анионоактивные вещества	2,5

2.3. Условия отведения очищенных сточных вод

Основным условием отведения (сброса) очищенных сточных вод является обеспечение необходимой степени их очистки. Степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, должна обеспечивать сохранение норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования. Нормирование качества воды осуществляется в соответствии с физическими, химическими, биологическими (в том числе, микробиологическими и паразитологическими) и иными показателями состава и свойств воды водных объектов, определяющими пригодность ее для конкретных целей водопользования в соответствии со статьями 20 и 21 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды". Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, утвержденное распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 июля 2015 г. № 1316-р и согласуется с бассейновыми органами Федерального агентства водных ресурсов.

К качеству сточных вод, используемых для полива газонов и зеленых насаждений, предъявляются требования в соответствии с СанПиН 2.1.7.573-96.

2.4. Требования к очищенным сточным водам при их повторном использовании для производственных нужд

Следует предусматривать повторное использование очищенных производственных и дождевых сточных вод в технологическом процессе – для мойки автомашин, эстакад и для ряда других процессов, при соответствии их качества техническим условиям выбранных процессов.

Эпидемиологические и токсикологические факторы загрязненности воды обуславливают приоритет гигиенических критериев при ее использовании для технического водоснабжения. Основопологающим принципом при этом является безусловное обеспечение безопасности для здоровья работающих и населения, подвергающихся прямому или косвенному воздействию сточных и восстановленных вод (МУ 2.1.5.1183-03).

Для открытых систем технического водоснабжения (обеспечивающие водой технологические процессы, предполагающие непосредственный контакт работающих с технической водой) при любом сочетании методов очистки, доочистки и обеззараживания главным требованием является соответствие качества воды следующим гигиеническим критериям (табл. 2.2).

Таблица 2.2

№	Показатели	Единицы измерения	Допустимые уровни
1	Запах	Баллы	2
2	Окраска	в столбике воды, см	10
3	Взвешенные вещества	мг/л	3,0
4	БПК5	мг O ₂ /л	3,0
5	ХПК	мг O ₂ /л	30,0
6	Нефтепродукты	мг/л	5,0
7	Фенолы	мг/л	0,02
8	Солесодержание	мг/л	500*
9	Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	20
10	Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	10
11	Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	10
12	pH	ед. pH	6,5÷8,5
13	Температура	°C	30

*В соответствии с требованиями МУ 2.1.5.1183-03 в технической воде открытых систем оборотного водоснабжения общее солесодержание должно быть меньше, чем сумма ПДК_{х/п} и к/б основных водорастворимых солей (хлориды, сульфаты, нитраты).

На входе в очистные установки оборотного водоснабжения допускается использование вод природных источников и восстановленной воды, полученной из поверхностного стока с территории предприятий, при соответствии этих категорий вод требованиям, представленным в табл. 2.3. или ТУ тех процессов, для которых предполагается это использование.

Таблица 2.3

№	Показатели	Единицы измерения	Допустимые уровни
1	Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	500
2	Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	100
3	Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	10

На мойках автотранспорта следует применять комплектные установки для очистки сточных вод и создания замкнутого цикла водоснабжения. С целью очистки оборотных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов как варианты используются флотация, реагентная очистка или электрохимическая очистка. Технология очистки выбирается в соответствии с параметрами загрязнения сточных вод, поступающих с территории мойки (табл. 2.4).

Таблица 2.4

	Установка с флотатором	Установка с реагентными баками	Установка с электродной камерой
Методы очистки сточных вод	Первичное отстаивание, реагентная обработка, вторичное отстаивание, фильтрация, обеззараживание	Первичное отстаивание, реагентная обработка, вторичное отстаивание, фильтрация, обеззараживание	Первичное отстаивание, электрокоагуляция, вторичное отстаивание, фильтрация, обеззараживание
Кол-во загрязнений в исходной воде: - по взвешенным веществам, мг/л	до 300	до 700	до 1000
по нефтепродуктам, мг/л	до 40	до 70	до 100

Доочистка проводится на песчаных фильтрах либо фильтрах с пенополиуретановой загрузкой с сорбцией на угольном фильтре. После УФ-обеззараживания вода подается для использования на мойку автотранспорта. Принципиальная схема очистки воды при оборотном водоснабжении моек автотранспорта представлена на рис. 2.1.

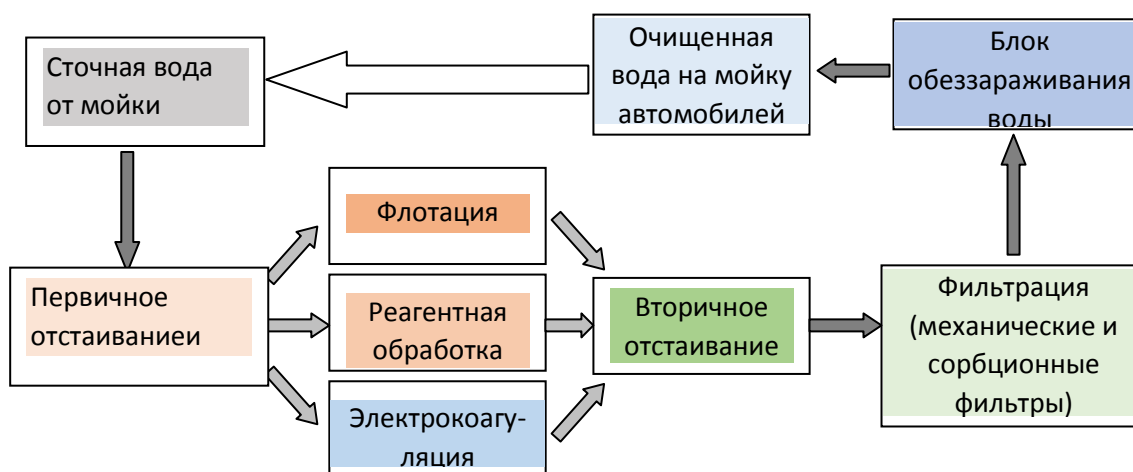


Рис.2.1. Принципиальная схема очистки воды при оборотном водоснабжении моек автотранспорта

Очищенные дождевые сточные воды можно использовать повторно на полив территории, полив зеленых насаждений, газонов и цветников (СанПиН 2.1.7.573-96). В этом случае, на основании СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. (Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*), территориальные органы Роспотребнадзора предъявляют к очищенной воде требования качества питьевой воды.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1. Определение расходов хозяйственно-бытовых сточных вод по внутренним санитарно-техническим условиям зданий и сооружений

Системы внутренней канализации зданий и сооружений должны обеспечивать отведение сточных вод по расходу, соответствующему расчетному числу установленных санитарно-технических приборов.

Расчету подлежат максимальный **секундный расход** сточных вод q^s (л/с), **часовой расход** воды санитарно-техническим прибором $q_{o,hr}$ (л/ч) и **максимальный часовой расход** воды q_{hr} ($M^3/ч$).

Определение расчетных расходов хозяйственно-бытовых сточных вод по внутренним санитарно-техническим условиям зданий и сооружений надлежит производить в соответствии с требованиями СП 30.13330.2012 и РД 153-39.4-090-01 (табл. 3.1).

3.2. Определение расходов производственных сточных вод на основе отраслевых нормативов водопотребления

Количество производственных сточных вод определяется, в зависимости от производительности предприятия, по технологическим процессам, по нормам **водопотребления и водоотведения**, которые приведены в **информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям НДТ** (например, ИТС 1-2015. Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона).

Нормой водоотведения является установленное среднее количество сточных вод, отводимых от производства в водоем (или систему канализации), при целесообразной норме водопотребления.

Учитывая тот факт, что все водоочистные сооружения ёмкостные и должны обеспечивать высокую надежность при их эксплуатации, основные операции по формированию водных потоков и обслуживанию этих сооружений рассмотрены на примере нефтеперекачивающих станций. Нефтебазы и предприятия ТЭК также должны предусматривать в общем балансе водоемкие операции технологического процесса, к которым относятся зачистка резервуаров, потребление воды в котельных и на гидравлические испытания емкостного оборудования (см. табл. 3.1).

К вспомогательным операциям технологического процесса следует относить производство анализов в лаборатории, мойку автотранспортной техники, мойку лотков эстакад, причалов, пирсов и т.д. **Для мойки автомашин должна использоваться обратная система водоснабжения.**

Расход сточных вод от зачистки резервуаров находят по формуле:

$$Q_{техн.1}^{нр.} = q \cdot n_p \cdot k_p, \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

где q – норматив расхода воды на промывку – чистку резервуаров (на 1 раз из брандспойта, принимается равным 40 м^3); n_p – количество зачищаемых резервуаров; k_p – кратность зачисток.

Расход сточных вод, образующихся при гидравлических испытаниях резервуаров на герметичность путем налива, рассчитывается по формуле:

$$Q_{техн.4}^{нр.} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H \cdot n, \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

где d – диаметр резервуара, м; π – 3,14; H – высота налива воды в резервуар, м; n – количество резервуаров, проходящих гидравлическое испытание.

Расход сточных вод, образующихся при выполнении анализов в лаборатории, определяется по формуле:

$$Q_{техн}^{нитывая} = q_{o,hr}^{tot} \cdot n_{np} \cdot \eta \cdot T, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (3.3)$$

где $q_{o,hr}^{tot}$ – часовой расход санитарным прибором, принимается по табл. 3.2; n_{np} – количество приборов; η – коэффициент использования приборов = 0,5-1,0; T – количество часов работы санитарных приборов (лаборатории).

Таблица 3.1. Виды сточных вод, поступающих в системы канализации на промышленной площадке

Вид сточных вод	№ формул расчета	Принимающая система канализации
от бытовых корпусов и административных зданий	по СП 30.13330.2012 и РД 153-39.4-090-01	Хозяйственно-бытовая
от столовой, прачечной (котельной*)		
от зачистки резервуаров	3.1	Производственная и производственно-дождевая
от гидравлических испытаний резервуаров	3.2	
при производстве анализов в лаборатории	3.3	
от котельной*	по РД 153-39.4-090-01	
подтоварные воды	3.4	
охлаждение резервуаров при пожаре	Табл. 3.3	
дождевые воды, талые воды	3.7, 3.8	
от мойки дорожных покрытий, эстакад и причалов	3.6	
от учебных тренировок по пожаротушению (содержащие пену)	РД 153-39.4-090-01	
льяльные воды с судов	3.5	Льяльных вод

Таблица 3.2. Расходы воды и стоков от санитарных приборов

Санитарные приборы	Часовой расход воды, л/ч			Свободный напор H_f , М	Расход стоков от прибора q_o^s , л/с
	общий $q_{o,hr}^{tot}$	холодной $q_{o,hr}^c$	горячей $q_{o,hr}^h$		
Раковина, мойка инвентарная с водозаборным краном и колонка лабораторная водозаборная	50	50	-	2	0,3
Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	80	60	60	2	0,6

Расход сточных вод от *котельной* принимается по технологическим данным, аналогу или определяется расчетным методом согласно РД 153-39.4-090-01.

Количество *подтоварных вод*, зависящее от обводненности нефти, рассчитывается по формуле:

$$Q_{подт} = V_{рез} \cdot \eta_{рез} \cdot P_H, \quad (3.4)$$

где $V_{рез}$ – общий объем нефти в резервуарном парке, $м^3$; $\eta_{рез.}$ – коэффициент оборачиваемости резервуаров; P_n – обводненность нефти, % (определяется экспериментально).

Количество принимаемых *льяльных вод* на очистных сооружениях морских нефтяных портов годовое, отнесенное к единице продукции (1000 тонн отгруженных нефтегрузов), рассчитывается по формуле:

$$Q_{инд.л.с} = G_s \sum_{i=1}^{n_c} \frac{G_{л.и}}{G_{ic}} \cdot t_i, \quad (3.5)$$

где G_s – суммарная грузоподъемность судов, посетивших порт за год, отнесенная к единице продукции (1000 т отгруженных нефтегрузов); $G_{л.и}$ – количество льяльных вод, образующихся за сутки на судне, тыс. т/сут; G_{ic} – грузоподъемность судна, тыс. т; n_c – количество судов, посетивших порт в течение года; t_i – продолжительность стоянки судна в порту в течение года, сут.

Расход сточных вод, образующихся при *мойке эстакад*, причалов и т.п., рассчитывается по формуле:

$$Q_{всн}^{np.} = q_{всн} \cdot F_э \cdot n_э, \quad (3.6)$$

где $q_{всн.}$ – норма расхода воды для *мытья эстакады*, причала или пирса с твердым покрытием, $л/м^2$ (1,2-1,5 $л/м^2$); $F_э$ – площадь эстакады, причала или пирса, подвергшаяся мойке, $м^2$; $n_э$ – количество моек в году.

Расход воды на *охлаждение наземных вертикальных резервуаров* при пожаре следует определять расчетом, исходя из интенсивности подачи воды, принимаемой по табл. 3.3. **Общий расход воды определяется как сумма расходов на охлаждение горящего резервуара и охлаждение соседнего с ним в группе.**

Таблица 3.3. Системы охлаждения наземных резервуаров при пожаре

Системы охлаждения резервуаров	Интенсивность подачи воды (л/с) на 1 м длины	
	окружности горящего резервуара	половины окружности соседнего резервуара
Стационарная установка охлаждения для резервуаров высотой стенки, $м$:		
- более 12	0,75	0,30
- 12 и менее и для резервуаров с плавающей крышей	0,50	0,20
Передвижная пожарная техника	0,80	0,30

При расчете допускается не учитывать подачу воды на *охлаждение соседних* с горящим наземных резервуаров, если соседние резервуары имеют теплоизоляцию из негорючих материалов, при этом на площадке должен предусматриваться неприкосновенный запас воды в объеме не менее $800 м^3$ для резервуаров объемом до $10000 м^3$ включительно, $200 м^3$ – для резервуаров объемом более $10000 м^3$.

Общий расход воды на *охлаждение наземных горизонтальных резервуаров* объемом 100 м³ и более (горящего и соседних с ним) следует принимать – 20 л/с.

Общий расход воды на *охлаждение подземных резервуаров* (горящего и соседних с ним) принимается равным, л/с, при объеме наибольшего резервуара:

- свыше 400 до 1000 м³ - 10;
- свыше 1000 до 5000 м³ – 20;
- свыше 5000 до 30000 м³ – 30;
- свыше 30000 до 50000 м³ – 50.

Расчетную продолжительность охлаждения резервуаров (горящего и соседнего с ним) следует принимать:

- наземных резервуаров при тушении пожара автоматической системой – 4 ч;
- при тушении передвижной пожарной техникой – 6 ч;
- подземных резервуаров – 3 ч.

Общий расход воды и пенообразователя от учебных тренировок по пожаротушению следует определять, исходя из интенсивности подачи раствора пенообразователя, принимаемой по табл. 3.4 на 1 м² расчетной площади тушения (в соответствии с требованиями РД 153-39.4-090-01).

Таблица 3.4. Интенсивность подачи раствор пенообразователя

Нефтепродукты	Интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/(м ² · с)		
	общего назначения	целевого назначения	
	с пеной средней кратности	с пеной средней кратности	с пеной низкой кратности
1. Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки 28°С и ниже	0,08	0,05	0,08
2. То же, с температурой вспышки выше 28°С	0,05	0,05	0,06

3.3. Определение расходов дождевых и талых вод, стекающих с территории предприятия (поверхностных сточных вод)

Определение расходов дождевых и сточных вод выполняется на основе Рекомендаций по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты, разработанных в виде Методического пособия как дополнение к СП 32.13330.2012. Указанное пособие следует использовать для выполнения профессиональных обязательных расчетов при осуществлении проектной деятельности. Для удобства студентов в данном учебном пособии приводятся только отдельные требования при определении расходов дождевых и талых вод.

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, определяется по формуле:

$$W_{Г} = W_{Д} + W_{Т} + W_{М}, \quad (3.7)$$

где $W_{Д}$, $W_{Т}$, $W_{М}$ - среднегодовой объем дождевых, талых и поливо-мочных вод, соответственно, $м^3$.

Среднегодовой объем дождевых ($W_{Д}$) и талых ($W_{Т}$) вод, $м^3$, стекающих с промышленных площадок, определяется по формулам:

$$W_{Д} = 10 \times h_{Д} \times \Psi_{Д} \times F; \quad (3.8)$$

$$W_{Т} = 10 \times h_{Т} \times \Psi_{Т} \times F, \quad (3.9)$$

где F - площадь водосборного бассейна, га; $h_{Д}$ - слой осадков за теплый период года, мм; $h_{Т}$ - слой осадков за холодный период года (определяет общее годовое количество талых вод) или запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния (определяет количество талых вод в весеннее половодье), определяется по данным средних многолетних наблюдений территориального органа Росгидромета и приводится в приложении вышеуказанных методических рекомендаций; $\Psi_{Д}$, $\Psi_{Т}$ - общий коэффициент стока дождевых и талых вод, соответственно.

Значение **общего коэффициента стока** ($\Psi_{Д}$) определяется как средневзвешенная величина для всей площади водосбора с учетом средних значений коэффициентов стока для разного вида поверхностей, которые следует принимать:

водонепроницаемые поверхности - 0,95;

брусчатые и щебеночные покрытия - 0,6;

булыжные мостовые - 0,45;

щебеночные покрытия, не обработанные вяжущими материалами - 0,4;

гравийные садово-парковые дорожки - 0,3;

грунтовые поверхности (спланированные) - 0,25;

газоны - 0,1.

Средневзвешенные коэффициенты определяются по Методике с учетом водопроницаемости поверхностей.

При определении **среднегодового объема талых вод** общий коэффициент стока талых вод ($\Psi_{Т}$) с территории промышленных площадок с учетом уборки снега и потерь воды за счет частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей можно принимать в пределах 0,5÷0,7.

Общий годовой **объем поливо-мочных вод** ($W_{М}$), в $м^3$, стекающих с площади водосбора определяется по формуле:

$$W_{М} = 10 \times m \times k \times F_{М} \Psi_{М}, \quad (3.10)$$

где m - удельный расход воды на мойку дорожных покрытий; как правило, принимается в пределах 1,2÷1,5 л/м² на 1 мойку; $\Psi_{М}$ - коэффициент стока для поливо-мочных вод, принимается равным 0,5; k - среднее количество моек в году

(для средней полосы составляет 30); F_M - площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га.

3.4. Определение расчётных объёмов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку

Объём дождевого стока от расчётного дождя ($W_{оч}$), m^3 , отводимого на очистные сооружения, определяется по формуле:

$$W_{оч} = 10 \times h_a \times F \times \Psi_D, \quad (3.11)$$

где h_a - максимальный слой осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объёме, мм; Ψ_D - средний коэффициент стока для расчётного дождя, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значения Ψ_i для различных видов поверхности водосбора; F - площадь водосборного бассейна, га.

Величина h_a для административно-хозяйственного блока промплощадок, **близких по загрязнённости к жилым территориям**, принимается в пределах $10 \div 15$ мм. При этом обеспечивается очистка в **полном объёме** дождевого стока от малоинтенсивных дождей с периодом однократного превышения расчётной интенсивности $P = 0,05 \div 0,1$ года, а также наиболее загрязнённой части интенсивных дождей с периодом однократного превышения расчётной интенсивности P более 0,1 года.

Для площадок производственного блока, которые могут быть загрязнены специфическими веществами с токсичными свойствами или значительным количеством органических веществ, величина h_a принимается равной среднему суточному максимуму осадков ($h_{см}$) для климатической зоны индивидуально для расчётной площадки по справочным материалам Рекомендаций ВОДГЕО. Максимальный суточный объём талых вод ($W_{m.сум}$), m^3 , в середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения с территорий предприятий, определяется по формуле:

$$W_{m.сум} = 10 \times \Psi_T \times K_y \times F \times h_C, \quad (3.12)$$

где Ψ_T - общий коэффициент стока талых вод, принимается $0,5 \div 0,7$; F - площадь водосборного бассейна, га; K_y - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле $K_y = 1 - F_y/F$, где F_y - площадь, очищаемая от снега (включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками); h_C - слой талых вод за 10 дневных часов, мм; принимается в соответствии с картой районирования снегового стока. Для выделенных четырех районов (1, 2, 3 и 4) величины h_C соответственно равны 25, 20, 15 и 7 мм.

3.5. Определение расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации

Расходы дождевых вод в коллекторах дождевой канализации, отводящих сточные воды с территорий промышленных предприятий, следует определять по методу предельных интенсивностей в соответствии с СП 22.13330.2011.

Расходы талых вод из-за различия условий снеготаяния по годам и в течение суток, а также неоднородности снежного покрова на территории предприятия, могут колебаться в широких пределах. Ориентировочно расходы талых вод, л/с, могут быть определены по слою стока за часы снеготаяния в течение суток по следующей формуле:

$$Q_T = 5,5 \times h_c \times K_y \times F / (10 + t_r), \quad (3.13)$$

где t_r - продолжительность протекания талых вод до расчетного участка, ч; F - площадь бассейна водосбора, га; K_y - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, рекомендуется рассчитывать или принимать в пределах $0,5 \div 0,7$; h_c - слой стока за 10 дневных часов, мм.

3.6. Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении на очистку и в водные объекты

Большинство очистных сооружений по очистке поверхностного стока при отведении на очистку и в водные объекты с промышленных площадок были рассчитаны на основе нижеприведенного алгоритма. Это расчет может быть использован для выполнения проверочных расчетов при сравнении с современными требованиями и уточнениями по актуальным методическим рекомендациям с целью разработки последующих мероприятий для обеспечения экологических требований по организации поверхностного стока для промышленных объектов с января 2019 г.

Ранее расчетный расход поверхностных сточных вод Q_{CT} , м³/с, необходимый для определения кратности разбавления (n) при выпуске в водный объект, принимался равным максимальному зарегулированному расходу сточных вод после очистных сооружений ($Q_{CT} = Q_{Oч}$), а при отсутствии регулирования определялся по формуле:

$$Q_{cm} = 2,8 \times 10^{-3} \times h_{cm} \times F \times \Psi_D / (T_D + t_r), \quad (3.14)$$

где h_{cm} - среднесуточный максимум осадков за теплый период года (принимается на основании анализа длительных рядов наблюдений за осадками по пособию); F - площадь бассейна водосбора, га; Ψ_D - средний коэффициент стока для расчетного дождя, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значения Ψ_i для различных видов поверхности водосбора; T_D - средняя продолжительность

дождя в данной местности, ч; t_r - время добегания стока от крайней точки водосборного бассейна до места выпуска в водный объект, ч.

Расчет талых вод, отводимых на очистку, целесообразно проводить также согласно методическому пособию НИИ ВОДГЕО.

Производительность очистных сооружений $Q_{оч}$ (расход поверхностного стока при отведении на очистку) при очистке дождевых сточных вод определяется по формуле (3.15) с учётом объёма очищаемого стока от расчётного дождя $W_{оч}$, нормативного периода его переработки $T_{оч}$, минимальной продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст.}$, необходимой для эффективного осветления сточных вод перед последующей глубокой очисткой, продолжительности технологических перерывов в работе очистных сооружений (например, при выполнении операций промывки фильтров) $T_{м.н}$ и запаса производительности для очистки объёма загрязнённых вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования, входящего в состав очистных сооружений $W_{м.н}$ (загрязнённая вода от промывки фильтров, фильтрат от оборудования по обезвоживанию осадков и т.п.):

$$Q_{оч} = \frac{W_{оч} + W_{м.н.}}{3,6(T_{оч} - T_{отст.} - T_{м.н})}, \quad (3.15)$$

где $Q_{оч}$ - расчетный расход поверхностного стока при отведении на очистку, (расчетная производительность очистных сооружений поверхностных сточных вод), л/с; $W_{оч}$ - объем дождевого стока, отводимого на очистные сооружения, м³; $T_{оч}$ - нормативный период переработки объёма дождевого стока от расчётного дождя, отводимого на очистные сооружения с территории предприятия, ч; $T_{отст.}$ - минимальная продолжительность отстаивания поверхностных сточных вод в аккумулирующем резервуаре, ч; $T_{м.н}$ - суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма дождевого стока от расчётного дождя, ч; $W_{м.н}$ - суммарный объём загрязнённых вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма дождевого стока от расчётного дождя, м³.

Период переработки объёма расчётного дождя $T_{оч}$ (период опорожнения аккумулирующего резервуара) на основании данных о средней продолжительности периодов между стокообразующими осадками, как правило, принимается в пределах 2 сут. В отдельных случаях этот период может быть увеличен на основании обработки данных о натурном ряде дождей для данной местности за многолетний период.

Величина продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$ определяется, исходя из величины гидравлической крупности выделяемых в

аккумулирующем резервуаре частиц механических примесей и гидравлической глубины резервуара при его максимальном расчётном заполнении.

В случае использования аккумулирующего резервуара только для регулирования расхода отводимых на очистку сточных вод, величина продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$ при расчёте по формуле (3.15) исключается.

Максимальная производительность очистных сооружений $Q_{оч}$ при очистке талых вод определяется по формуле (3.16) с учётом максимального суточного объёма талых вод в середине периода снеготаяния $W_m^{макс.сут}$, периода его переработки $T_{оч}^m$, минимальной продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$, необходимой для эффективного осветления сточных вод перед последующей глубокой очисткой, продолжительности технологических перерывов в работе очистных сооружений (например, при выполнении операций промывки фильтров) $T_{m.n}$ и запаса производительности для очистки объёма загрязнённых вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования, входящего в состав очистных сооружений $W_{m.n}$ (загрязнённая вода от промывки фильтров, фильтрат от оборудования по обезвоживанию осадков и т.п.):

$$Q_{оч} = \frac{W_m^{макс.сут} + W_{m.n.}}{3,6(T_{оч}^m - T_{отст} - T_{m.n.})}, \quad (3.16)$$

где $Q_{оч}$ - максимальная производительность очистных сооружений при очистке талых вод, л/с; $T_{оч}^m$ - нормативный период переработки суточного объёма талого стока, отводимого на очистные сооружения с территории предприятия, ч; $W_m^{макс.сут}$ - максимальный суточный объём талых вод в середине периода снеготаяния, м³.

Величина периода переработки максимального суточного объёма талых вод $T_{оч}^m$ принимается не менее 14 ч. В ряде случаев этот период может быть увеличен с учётом имеющегося запаса рабочего объёма аккумулирующего резервуара.

В случае использования аккумулирующего резервуара только для регулирования расхода отводимых на очистку сточных вод величина продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$ при расчёте по формуле (3.16) исключается.

К проектированию принимается максимальная производительность очистных сооружений $Q_{оч}$, определяемая по формулам (3.15), (3.16).

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

4.1. Общие требования к материалам и конструкциям канализационных сетей

Основные требования к проектированию устройства сетей водоснабжения и водоотведения на территории Санкт-Петербурга регламентируется региональным методическим документом РМД 40-20-2016 и имеют специфические особенности при разработке проектных решений.

Большинство технических решений для промышленных площадок организуются на базе свода правил СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» и СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов».

4.1.1. Трубы, упоры, арматура и основания под трубы

Для канализационных трубопроводов следует применять:

самотечных – безнапорные железобетонные, бетонные, керамические, чугунные, пластмассовые трубы. На участках закрытой сети производственно-дождевой канализации и участках с запорной арматурой допускается применение стальных труб;

напорных – напорные железобетонные, чугунные, стальные и пластмассовые трубы до напора 1 МПа (10 кгс/см²).

Все используемые материалы следует проверять на наличие сертификатов, в которых должны быть отражены критерии надежности товара при различных испытаниях для возможности оценки рисков при эксплуатации этих систем.

Трубопроводы промышленно-дождевой канализации на всем протяжении должны быть выполнены из негорючего материала. Материал труб должен быть стойким к воздействию сточных вод. *Не допускается использовать пластмассовые (полиэтиленовые) трубы для сточных вод, содержащих нефтепродукты.*

При использовании стальных трубопроводов напорной канализации и резервуаров-накопителей они должны иметь внутреннее и наружное изоляционное покрытие. Изоляция должна быть заводского нанесения. На участках возможной электрокоррозии надлежит предусматривать катодную защиту трубопроводов.

Стальные и чугунные трубы, как основа, должны применяться при прокладке в труднодоступных пунктах строительства, в вечномерзлых, просадочных грунтах на подрабатываемых территориях, в местах переходов через водные преграды, под железными и автомобильными дорогами, в местах пересечения с сетями хозяйственно-питьевого водопровода, при прокладке трубопроводов по опорам эстакад, в местах, где возможны механические повреждения труб.

Тип основания под трубы необходимо принимать в зависимости от несущей способности грунтов и нагрузок.

Во всех грунтах, за исключением скальных, плавунных, болотистых и просадочных II типа, необходимо предусматривать укладку труб непосредственно на выровненное и утрамбованное дно траншеи.

В скальных и плотных грунтах необходимо предусматривать укладку труб на подушку толщиной не менее 10 см из местного песчаного грунта, в илистых, торфянистых и других слабых грунтах - *на искусственное основание*.

При прокладке **пластмассовых труб** ширина траншеи должна быть не менее чем на 40 см больше наружного диаметра трубопровода. При засыпке трубопровода, над верхом трубы требуется устройство защитного слоя из песчаного или мягкого местного грунта, толщиной не менее 30 см, не содержащего твердых включений.

На напорных трубопроводах канализации, в необходимых случаях, надлежит предусматривать установку стальных или чугунных задвижек и другой запорной и регулирующей арматуры, подлежащей установке.

Уклон напорных трубопроводов по направлению к выпуску следует принимать не менее **0,001**. Диаметр выпусков следует назначать из условия опорожнения участка трубопроводов в течение не более 3 ч.

Отвод сточной воды, выпускаемой из опорожняемого участка, надлежит предусматривать без сброса в водный объект в специальную камеру с последующей перекачкой в канализационную сеть или с вывозом сточных вод автоцистерной.

На поворотах в вертикальной или горизонтальной плоскости напорных трубопроводов из раструбных труб или соединяемых муфтами, когда возникающие усилия не могут быть восприняты стыками труб, должны предусматриваться упоры согласно СНиП 2.04.02-84*.

На трубопроводах из раструбных труб или соединяемых муфтами с рабочим давлением до 1 МПа (10 кгс/см²) при углах поворота до 10° упоры допускаются не предусматривать.

На сварных трубопроводах упоры следует предусматривать при расположении поворотов в колодцах или угле поворота в вертикальной плоскости выпуклостью вверх 30° и более.

Трассировка сетей и прокладка трубопроводов выполняются согласно СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий».

4.2. Расчет канализационных сетей

При проектировании систем хозяйственно-бытовой канализации *расчетное удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод* от зданий и сооружений следует принимать равным расчетному удельному среднесуточному

(за год) водопотреблению согласно СП 31.13330.2012 без учета расхода воды на полив территорий и зеленых насаждений.

Удельное водоотведение для определения расчетных расходов бытовых сточных вод от отдельных зданий и сооружений при необходимости учета сосредоточенных расходов следует принимать согласно СП 30.13330.2012 "СНиП 2.04.01-85* . Внутренний водопровод и канализация зданий".

Расчетные суточные расходы хозяйственно-бытовых сточных вод следует определять как произведения среднесуточных (за год) расходов сточных вод на коэффициенты суточной неравномерности, принимаемые согласно СП 31.13330.2012.

Расчетные максимальные и минимальные расходы хозяйственно-бытовых сточных вод следует определять как произведения среднесуточных (за год) расходов сточных вод на общие коэффициенты неравномерности, принимаемые согласно СП 22.13330.2011. Для малых расходов принимается минимальный коэффициент неравномерности – 0,38 и максимальный коэффициент - 2,5.

Расчетные среднесуточные расходы производственных сточных вод и коэффициенты неравномерности их притока следует определять на основе технологических данных.

Расчетные расходы производственных сточных вод следует принимать:

- для внутриплощадочных коллекторов, принимающих сточные воды от различных объектов – по максимальным часовым притокам;
- для внеплощадочных коллекторов – по совмещенному часовому графику.

Самотечные и напорные трубопроводы хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод следует проверять на пропуск расчетного максимального расхода и дополнительного притока поверхностных и грунтовых вод в периоды дождей и снеготаяния, неорганизованно поступающего в сети канализации через неплотности люков колодцев и за счет инфильтрации грунтовых вод. Величину дополнительного притока q_{ad} (л/с) следует определять на основе специальных изысканий или данных эксплуатации аналогичных объектов, а при их отсутствии – по формуле:

$$q_{ad} = 0.15L\sqrt{m_d}, \quad (4.1)$$

где L – общая длина трубопровода до расчетного створа, км; m_d – величина максимального суточного количества осадков, мм.

Поверочный расчет самотечных трубопроводов на пропуск увеличенного расхода должен осуществляться при наполнении 0,95 высоты.

Расчетные расходы дождевых вод следует определять по методу предельных интенсивностей согласно СП 22.13330.2011.

Гидравлический расчет канализационных сетей с учетом наименьших диаметров труб, расчетных скоростей, наполнения и допустимых уклонов

надлежит производить на расчетный максимальный секундный расход СВ в соответствии с СП 22.13330.2011.

При проектировании гидравлические расчеты канализационных сетей и коллекторов (за исключением коллекторов из пластмассовых труб) допускается производить по таблицам Н.И. Федорова и Л.Е. Волкова или А.А. и Н.А. Лукиных.

Для безнапорных сетей канализации, прокладываемых из полимерных материалов, уклон самотечного трубопровода следует определять по формуле:

$$i_s = \lambda_s \cdot V^{bs} / 8Rg; \quad (4.2)$$

где λ_s – коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода; V – средняя скорость течения жидкости, м/с; bs – показатель степени, характеризующий режим турбулентного течения жидкости - переходный ($bs < 2$) или квадратичный ($bs = 2$). При $bs > 2$ следует принимать $bs = 2$.

$$\lambda_s = 0,2 \cdot (Kэ/4R_s)^a; \quad (4.3)$$

где a – эмпирический показатель степени, зависящий от $Kэ$:

$$a = 0,3124 Kэ^{0,0516}; \quad (4.4)$$

$$bs = 3 - (\lg Re_{кв} / \lg Re_{ф}). \quad (4.5)$$

Число Рейнольдса $Re_{кв}$, соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении воды, определяется по формуле:

$$Re_{кв} = 500 \cdot 4 R / Kэ, \quad (4.6)$$

где $Kэ$ – коэффициент эквивалентной шероховатости, (не менее 0,00001 м, рекомендуется при отсутствии фактических данных применять $Kэ = 0,00002$ м).

Число Рейнольдса $Re_{ф}$ фактическое определяется по формуле:

$$Re_{ф} = 500 \cdot 4 R / \nu, \quad (4.7)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости жидкости, м²/с. Для бытовых сточных вод следует принимать $\nu = 1,49 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Средняя скорость течения жидкости при неполном наполнении трубопровода (канала) равна:

$$V_H = V_{п} (R_H / R_{п})^{(1+a)/bs}, \quad (4.8)$$

где $V_{п}$ – средняя скорость течения жидкости при полном наполнении трубопровода, м/с; R_H , $R_{п}$ – гидравлические радиусы при неполном и полном наполнении трубопровода, м.

$$\text{Расход жидкости} \quad q = V_H \cdot \omega, \quad (4.9)$$

где ω - живое сечение потока жидкости при данном наполнении трубопровода, м², которое равно

$$\omega = V_H \cdot d^2 \quad (4.10)$$

Значения h/d , R , R_n/R_p , K_w представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Наполнение трубопровода h/d	Значение гидравлического радиуса R	Отношение гидравлических радиусов R_n/R_p	K_w
0,1	0,0635	0,2540	0,0409
0,2	0,1206	0,4824	0,1118
0,3	0,1709	0,6836	0,1982
0,4	0,2142	0,8568	0,2934
0,5	0,2500	1,0000	0,3927
0,6	0,2776	1,1104	0,4920
0,7	0,2962	1,1848	0,5872
0,8	0,3042	1,2168	0,6736
0,9	0,2980	1,1920	0,7445
1,0	0,2500	1,0000	0,7854

При проектировании гидравлические расчеты самотечных канализационных сетей из пластмассовых труб допускается производить по таблицам для гидравлических расчетов трубопроводов из полимерных материалов А.Я. Добромыслова.

Гидравлический расчет канализационных напорных *трубопроводов* ведется по нормам проектирования напорных водопроводных сетей.

Гидравлический расчет напорных *илопроводов*, транспортирующих сырые и сброженные осадки, а также активный ил, следует производить с учетом режима движения, физических свойств и особенностей состава осадков. При влажности 99 % и более осадок подчиняется законам движения неньютоновской жидкости.

Гидравлический уклон при расчете напорных илопроводов следует определять по формуле:

$$i = 1360 (100 - P_{mid})^2 / D^{2,25} + \lambda \cdot v^2 / (2g D), \quad (4.11)$$

где λ – коэффициент сопротивления трению по длине;

$$\lambda = 0,214, P_{mid} = 0,191; \quad (4.12)$$

v – скорость движения ила, м/с; D – диаметр илопровода, мм.

Наименьшие диаметры труб самотечных сетей следует принимать, мм:

- для сети хозяйственно-бытовой канализации - 150;
- для сети производственно-дождевой канализации - 200.

Наименьший диаметр напорных илопроводов - 150 мм.

Во избежание заиливания канализационных сетей расчетные скорости движения сточных вод следует принимать в зависимости от степени наполнения труб и каналов и крупности взвешенных веществ, содержащихся в сточных водах.

При наибольшем расчетном наполнении труб в сети бытовой и дождевой канализации наименьшие скорости следует принимать по табл. 4.2.

Минимальную расчетную скорость движения осветленных или биологически очищенных сточных вод в лотках и трубах допускается принимать 0,4 м/с.

Таблица 4.2

Влажность осадка, %	v_{min} , м/с, при		Влажность осадка, %	v_{min} , м/с, при	
	$D = 150 - 200$ мм	$D = 250 - 400$ мм		$D = 150 - 200$ мм	$D = 250 - 400$ мм
98	0,8	0,9	93	1,3	1,4
97	0,9	1,0	92	1,4	1,5
96	1,0	1,1	91	1,7	1,8
95	1,1	1,2	90	1,9	2,1
94	1,2	1,3			

Примечания: 1. Для производственных сточных вод наименьшие скорости следует принимать в соответствии с указаниями по строительному проектированию предприятий отдельных отраслей промышленности или по эксплуатационным данным.
 2. Для производственных сточных вод, близких по характеру взвешенных веществ к бытовым, наименьшие скорости надлежит принимать как для бытовых сточных вод.
 3. Для дождевой канализации при $P = 0,33$ года наименьшую скорость следует принимать 0,6 м/с.

Наибольшую расчетную скорость движения сточных вод следует принимать, м/с: для металлических труб - 8, для неметаллических - 4, для дождевой канализации – соответственно, 10 и 7.

Расчетную скорость движения неосветленных сточных вод в дюкерах необходимо принимать не менее 1 м/с, при этом в местах подхода сточных вод к дюкеру скорости должны быть не более скоростей в дюкере.

Наибольшие скорости движения дождевых и допускаемых к спуску в водоемы производственных сточных вод в каналах следует принимать по табл. 4.3. Расчетное наполнение трубопроводов и каналов с поперечным сечением любой формы надлежит принимать не более 0,7 высоты, для каналов прямоугольного поперечного сечения допускается принимать не более 0,75 высоты.

Для трубопроводов дождевой и общесплавной систем водоотведения следует принимать полное расчетное наполнение.

Таблица 4.3

Грунт или тип крепления	Наибольшая скорость движения в каналах, м/с, при глубине потока от 0,4 до 1 м
Крепление бетонными плитами	4
Известняки, песчаники средние	4
Одерновка:	
плашмя	1
в стенку	1,6
Мощение:	
одинарное	2
двойное	3-3,5

Примечание. При глубине потока менее 0,4 м значения скоростей движения сточных вод следует принимать с коэффициентом 0,85, при глубине свыше 1 м - с коэффициентом 1,25.

Наименьшие уклоны трубопроводов и каналов следует принимать в зависимости от допустимых минимальных скоростей движения сточных вод.

Наименьшие уклоны трубопроводов для всех систем канализации следует принимать для труб диаметрами: 150 мм - 0,008, 200 мм - 0,007.

В зависимости от местных условий при соответствующем обосновании для отдельных участков сети допускается принимать уклоны для труб диаметрами: 200 мм - 0,005, 150 мм - 0,007.

Уклон присоединения от дождеприемников следует принимать 0,02.

В открытой дождевой сети наименьшие уклоны лотков проезжей части, кюветов и водоотводных канав следует принимать по табл. 4.4.

Таблица 4.4

Лотки, кюветы, канавы	Наименьший уклон
Лотки проезжей части при: покрытии асфальтобетонном	0,003
брусчатом или щебеночном покрытии	0,004
булыжной мостовой	0,005
Отдельные лотки и кюветы	0,005
Водоотводные канавы	0,003

Наименьшие размеры кюветов и канав трапецеидального сечения следует принимать: ширину по дну 0,3 м, глубину 0,4 м.

4.3. Общие требования к сооружениям на сетях

4.3.1. Смотровые колодцы

Смотровые колодцы на канализационных сетях всех систем выполняют важную функцию как в общей системе эксплуатации водоочистных сооружений, так и в системе организации контроля и разработке комплексных мероприятий по очистке воды, как место возможных изменений направлений потоков и их смешения. Они совмещают три функции: инспекционную, место для размещения оборудования, место управления потоком. Иногда им передают функцию дренажных колодцев.

Смотровые колодцы надлежит предусматривать: в местах присоединений; в местах изменения направления, уклонов и диаметров трубопроводов; на протяженных прямых участках на расстояниях в зависимости от диаметра труб: 150 мм – 35 м, 200-450 мм – 50 м, 500-600 мм – 75 м, 700-900 мм – 100 м, 1000-1400 мм – 150 м.

На трубопроводах систем канализации (хозяйственно-бытовой и производственно-дождевой) устанавливаются колодцы из монолитных железобетонных конструкций или металлических труб, бывших в эксплуатации.

Размер колодцев должен обеспечивать размещение требуемого оборудования и возможность работы в них технического персонала. В последнее время получили распространение использование смотровых колодцев из полимерных материалов рис. 4.1. Однако как показывает практика, они могут выдавливаться и не всегда выдерживают допустимую динамическую нагрузку.

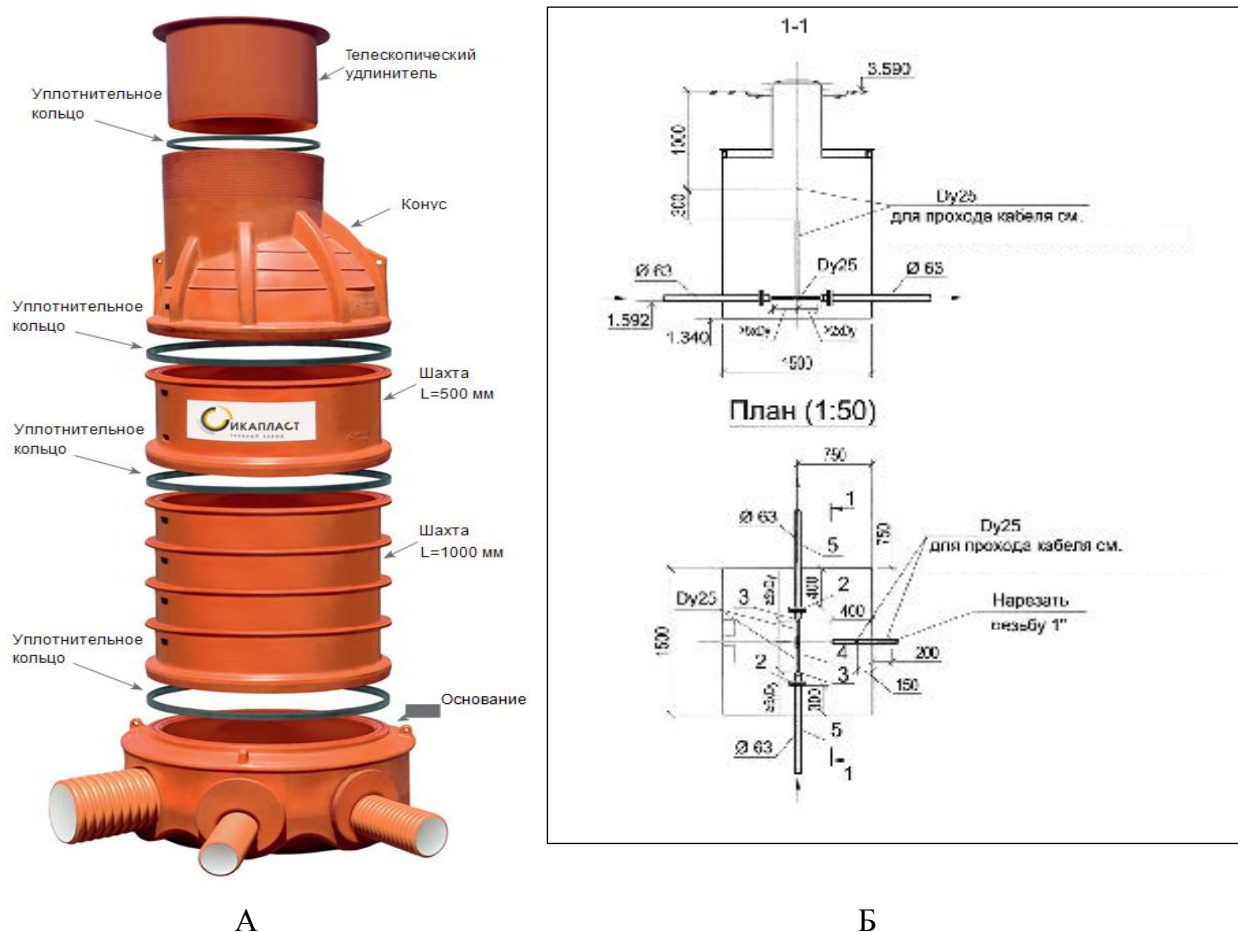


Рис.4.1. Смотровой колодец: А – из пластикового материала, Б – пример детализовки колодца на системе отвода ливневой сточной воды

Колодцы должны быть герметичны, не пропускать грунтовых вод. Гидравлические испытания колодцев на герметичность следует производить согласно требованиям СП 31.13330.2012.

Колодцы должны иметь футляры для прохождения трубопроводов с герметизирующими устройствами, препятствующими попаданию в них грунтовых вод.

Горловины колодцев и камер на сетях канализации всех систем надлежит принимать диаметром 700 мм или размерами 700x700; размеры горловины и рабочей части колодцев на поворотах, а также на прямых участках трубопроводов диаметром от 600 мм и более на расстояниях через 300-500 м следует предусматривать достаточными для опускания приспособлений для прочистки сети.

Установку люков необходимо предусматривать: в одном уровне с поверхностью проезжей части дорог при усовершенствованном покрытии; на 50-70 мм выше поверхности земли в зеленой зоне и на 200 мм выше поверхности земли на незастроенной территории. В случае необходимости надлежит предусматривать люки с запорными устройствами.

На выпусках из зданий сточных вод, содержащих легковоспламеняющиеся, горючие и взрывоопасные вещества, необходимо предусматривать камеры с гидравлическим затвором.

4.3.2. Перепадные колодцы

Перепадные колодцы следует предусматривать: для уменьшения глубины заложения трубопроводов; во избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточной воды или резкого изменения этой скорости; при пересечении с подземными сооружениями; при затопленных выпусках в последнем перед водоемом колодце.

На трубопроводах диаметром до 600 мм перепады высотой до 0,5 м допускается осуществлять без устройства перепадного колодца – путем слива в смотровом колодце. Перепады высотой до 3 м на трубопроводах диаметром 600 мм и более надлежит принимать в виде водосливов практического профиля. Перепады высотой до 6 м на трубопроводах диаметром до 500 мм включительно следует осуществлять в колодцах в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода. Для стояков диаметром до 300 мм допускается установка направляющего колена взамен водобойного прямка.

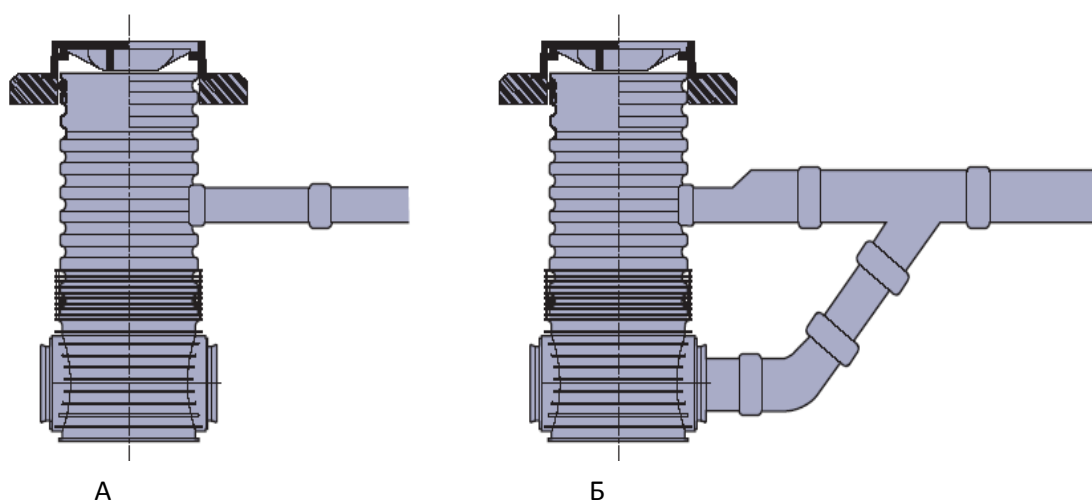


Рис.4. 2. Пример перепадных колодцев: А - для ливневых стоков, Б - для системы бытовой и ливневой канализации.

На коллекторах дождевой канализации при высоте перепадов до 1 м допускается предусматривать перепадные колодцы водосливного типа, при высоте перепада 1-3 м – водобойного типа с одной решеткой из водобойных балок (плит), при высоте перепада 3-4 м – с двумя водобойными решетками (рис.4.2.).

4.3.3. Колодцы с запорной арматурой

Колодцы с запорной арматурой устанавливаются на напорных сетях канализации. На самотечных сетях канализации запорная арматура (задвижка) устанавливается:

- на трубопроводах производственно-дождевой канализации на выходе из каре резервуарного парка, за пределами обвалования, со стороны входа в колодец;
- на подводящем трубопроводе канализационной насосной станции, при этом задвижка должна иметь колонку для управления с поверхности земли.

При определении размеров колодцев с запорной арматурой на сети канализации минимальные расстояния до внутренних поверхностей колодца надлежит принимать:

- от стенок труб при диаметре труб до 400 мм — 0,3 м, от 400 до 600 мм – 0,5 м, более 600 мм – 0,7 м;
- от плоскости фланца при диаметре труб до 400 мм — 0,3 м, более 400 мм – 0,5 м;
- от края раструба, обращенного к стене, при диаметре труб до 300 мм – 0,4 м, более 300 мм – 0,5 м;
- от низа трубы до дна при диаметре труб до 400 мм — 0,25 м, от 400 до 600 мм — 0,3 м, более 600 мм – 0,35 м;
- от верха штока задвижки с выдвигаемым шпинделем — 0,3 м, от маховика задвижки с невыдвигаемым шпинделем — 0,5 м.

Высота рабочей части колодцев должна быть не менее 1,5 м.

Для спуска в колодец на горловине и стенках колодца надлежит предусматривать установку рифленых стальных или чугунных скоб. В северной климатической зоне в колодцах необходимо предусматривать установку вторых утепляющих крышек.

4.3.4 Дождеприемники

Дождеприемники следует предусматривать:

- на открытых площадках для размещения технологического оборудования;
- в каре резервуарных парков;
- на площадках сливо-наливных эстакад;
- в местах, где поверхностные сточные воды могут быть загрязнены нефтепродуктами.

Длина присоединения от дождеприемника до смотрового колодца на коллекторе должна быть не более 40 м, при этом допускается установка не более одного промежуточного дождеприемника. Диаметр присоединения назначается по расчетному притоку воды к дождеприемнику при уклоне 0,02, но должен быть не менее 200 мм.

К дождеприемнику допускается предусматривать присоединения водосточных труб зданий, а также дренажных трубопроводов.

При раздельной системе канализации дождеприемники следует предусматривать с плавным очертанием дна без приямка для осадка.

Присоединение канавы к закрытой сети надлежит предусматривать через колодец с отстойной частью. В оголовке канавы необходимо предусматривать решетки с прозорами не более 50 мм; диаметр соединительного трубопровода следует принимать по расчету, но не менее 250 мм.

Дождеприемники на обвалованной площадке резервуарного парка должны быть оборудованы запорными устройствами (хлопушками), приводимыми в действие с обвалования каре.

4.3.5. Колодцы с гидрозатворами

Колодцы с гидрозатвором устанавливаются на сети производственной и производственно-дождевой канализации, где содержатся нефтепродукты:

- на магистральной сети канализации через 300 м;
- на всех выпусках производственной и производственно-дождевой канализации из зданий и сооружений, с технологических площадок;
- на выпусках из дождеприемников, расположенных за пределами обвалования каре, после колодца с задвижкой.

Высота столба жидкости в гидравлическом затворе должна быть не менее 0,25 м.

4.3.6. Дюкеры

Диаметры труб дюкеров следует принимать не менее 150 мм.

Дюкеры при пересечении водоемов и водотоков необходимо принимать не менее чем в две рабочие линии из стальных труб с усиленной антикоррозионной изоляцией, защищенной от механических повреждений. Каждая линия дюкера должна проверяться на пропуск расчетного расхода с учетом допустимого подпора.

При расходах сточных вод, не обеспечивающих расчетных скоростей, одну из двух линий надлежит принимать резервной (нерабочей).

При пересечении оврагов и суходолов допускается предусматривать дюкеры в одну линию.

При проектировании дюкеров необходимо принимать:

- глубину заложения подводной части трубопровода от проектных отметок или возможного размыва дна водотока до верха трубы - не менее 0,5 м, в пределах фарватера на судоходных водных объектах - не менее 1 м;
- угол наклона восходящей части дюкеров - не более 20° к горизонту;

- расстояние между нитками дюкера в свету - не менее 0,7-1,5 м в зависимости от давления;

- во входной и выходной камерах дюкера надлежит предусматривать затворы.

Отметку планировки у камер дюкера при расположении их в пойменной части водного объекта следует принимать на **0,5 м выше горизонта высоких вод с обеспеченностью 3 %**.

4.3.7. Переходы через дороги

Переходы трубопроводов под железными дорогами I, II и III категорий, общей сети, а также под автомобильными дорогами I и II категорий надлежит применять в футлярах, при этом, как правило, следует предусматривать закрытый способ производства работ. При обосновании допускается предусматривать прокладку трубопроводов в тоннелях.

Под остальными железнодорожными путями и автодорогами допускается устройство переходов трубопроводов без футляров, при этом, как правило, должны применяться стальные трубы и открытый способ производства работ.

Заглубление трубопроводов в местах переходов при наличии пучинистых грунтов должно определяться теплотехническим расчетом с целью исключения морозного пучения грунта.

Расстояние в плане от обреза футляра, а в случае устройства в конце футляра колодца — от наружной поверхности стены колодца должно приниматься:

- при пересечении железных дорог — 8 м от оси крайнего пути, 5 м от подошвы насыпи, 3 м от бровки выемки и от крайних водоотводных сооружений (кюветов, нагорных канав, лотков и дренажей);

- при пересечении автомобильных дорог — 3 м от бровки земляного полотна или подошвы насыпи, бровки выемки, наружной бровки нагорной канавы или другого водоотводного сооружения.

Расстояние в плане от наружной поверхности футляра или тоннеля следует принимать не менее: 3 м — до опор контактной сети; 10 м — до стрелок, крестовин и мест присоединения отсасывающего кабеля к рельсам электрифицированных дорог; 30 м — до мостов, водопропускных труб, тоннелей и других искусственных сооружений.

Расстояние от обреза футляра (тоннеля) следует уточнять в зависимости от наличия кабелей междугородной связи, сигнализации и т.д., уложенных вдоль дорог.

При пересечении электрифицированной железной дороги должны быть предусмотрены мероприятия по защите труб от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

При проектировании переходов через железные дороги I, II и III категорий общей сети, а также автомобильные дороги I и II категорий должны

предусматриваться мероприятия по предотвращению подмыва или подтопления дорог при повреждении трубопроводов.

При этом на трубопроводе с обеих сторон перехода под железными дорогами следует, как правило, предусматривать колодцы с установкой в них запорной арматуры.

4.3.8. Ливнеотводы и ливнеспуски

Ливнеотводы следует предусматривать в виде:

- выпусков с оголовками в форме стенки с открылками – при неукрепленных берегах;

- отверстия в подпорной стенке – при наличии набережных.

Во избежание подтопления территории в случае периодических подъемов уровня воды в водном объекте в зависимости от местных условий необходимо предусматривать специальные затворы.

Ливнеспуски следует принимать в виде камеры с водосливным устройством, рассчитанным на сбрасываемый в водный объект расход воды. Конструкция водосливного устройства должна определяться в зависимости от местных условий (местоположения ливнеспуска на главном коллекторе или притоке, максимального уровня воды в водном объекте и т.п.).

4.3.9. Вентиляция сетей

Вытяжную вентиляцию сетей бытовой канализации следует предусматривать через стояки внутренней канализации зданий.

Во входных камерах дюкеров, в смотровых колодцах (в местах резкого снижения скоростей течения воды в трубах диаметром свыше 400 мм) и в перепадных колодцах при высоте перепада свыше 1 м и расходе сточной воды свыше 50 л/с должна быть обеспечена естественная вентиляция.

В отдельных случаях при соответствующем обосновании допускается проектировать искусственную вытяжную вентиляцию сетей.

4.3.10. Канализационные насосные станции

Насосные станции по надежности действия подразделяются на три категории, указанные в табл. 4.5.

Требования к компоновке насосных и воздуходувных станций, определению размеров машинных залов, подъемно-транспортному оборудованию, размещению насосных агрегатов, арматуры и трубопроводов, мероприятиям против затопления машинных залов надлежит принимать согласно СП 31.13330.2012 "СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения" (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/14).

Таблица 4.5

Категория надежности действия	Характеристика режима работы насосных станций
Первая	Не допускающие перерыва или снижения подачи сточных вод
Вторая	Допускающие перерыв подачи сточных вод не более 6 ч
Третья	Допускающие перерыв подачи сточных вод не более суток

При проектировании насосных станций для перекачки производственных сточных вод, содержащих горючие, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные и токсичные вещества, кроме настоящих норм, следует учитывать соответствующие отраслевые нормы, указания, инструкции, а также Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

5. РАЗРАБОТКА СИСТЕМ И СХЕМ КАНАЛИЗОВАНИЯ

5.1. Системы канализации на промышленных площадках

На площадках без специальных площадок и без резервуарных парков энергетических объектов проектируется хозяйственно-бытовая канализация, которая должна принимать:

- сточные воды от санитарно-технических приборов бытовых помещений и административного здания;
- воды от котельной и станции водоочистки.

Технологическая схема хозяйственно-бытовой канализации в этом случае не имеет принципиальных отличий от принятых вариантов технологических схем.

Система хозяйственно-бытовой канализации должна состоять из: выпусков канализации из зданий и сооружений; самотечной сети канализации; канализационной насосной станции (КНС) для подачи сточных вод на очистные сооружения; станции очистки хозяйственных сточных вод в комплектно-блочном исполнении; отводного коллектора очищенных сточных вод; КНС очищенных сточных вод при невозможности отвода сточных вод самотеком; выпуска сточных вод в водоприемник.

Станция очистки должна иметь в своем составе:

- установку биологической очистки с блоком биологической доочистки;
- узел подогрева сточных вод перед очисткой;
- блок доочистки с сорбционными фильтрами;
- установку обеззараживания;
- илоуплотнитель избыточного ила;
- емкость для промывки фильтров.

Дождевые и талые воды с производственных территорий, на которые могут попасть загрязняющие вещества, локализуются на открытых бетонных площадках технологического оборудования (площадках топливных емкостей котельной и

дизельной электростанции, насосов откачки нефти из подземных резервуаров, фильтров грязеуловителей, регуляторов давления, АЗС и т.п.).

Открытые площадки технологического оборудования выполняются из армированного бетона толщиной 100 мм с бетонным бордюром (с герметичной заделкой стыков) высотой 150 мм. Площадки выполняются с уклоном 0,003 м в сторону приямка размером 1,0 × 1,0 × 1,0 м. Загрязненные дождевые и талые воды, твердые осадки вывозятся на специализированные предприятия на переработку.

Бетонные площадки для резервуаров котельной и дизельной электростанции проектируются с бетонным обвалованием, таким образом, чтобы они вмещали объем наибольшего резервуара.

Дождевые и талые воды с технологических площадок собираются отдельным потоком для специальной очистки с последующим выпуском или целевым использованием для технологического процесса.

5.2. Системы канализации промышленной площадки с резервуарным парком для хранения ГСМ

На площадках с резервуарным парком и на нефтебазах следует проектировать две системы канализации - производственно-дождевую и хозяйственно-бытовую.

Производственно-дождевая канализация должна принимать:

- дождевые и талые воды с открытых технологических площадок (подпорной насосной, фильтров грязеуловителей, пуска и приема средств очистки и диагностики, регуляторов давления, предохранительных клапанов), площадки топливных ёмкостей котельной и дизельной электростанции, АЗС; каре резервуарного парка; крыш производственных зданий, складов и навесов;

- воды, образующиеся при зачистке, гидравлическом испытании и опрессовке резервуаров;

- воды, образующиеся при испытании системы орошения резервуаров и от охлаждения резервуаров при пожаре;

- воды, образующиеся в результате отстоя нефти в резервуаре (подтоварные воды);

- воды от смыва площадок со сливо-наливными устройствами, от площадок для хранения и утилизации нефтешламов (в случае наличия площадок);

- воды, образующиеся при производстве анализов в лабораториях; мытья полов в производственных помещениях;

- воды от мойки дорожных покрытий;

- воды от котельной и станции водоочистки;

- воды, содержащие пену, образовавшуюся при проведении учебных тренировок по пожаротушению.

Хозяйственно-бытовая канализация должна принимать:

- сточные воды от бытовых корпусов и административных зданий;
- сточные воды от столовой, прачечной.

Система производственно-дождевой канализации должна состоять из: самотечной сети канализации; КНС производственно-дождевых сточных вод; резервуаров-накопителей; резервуаров статического отстоя; КНС отстоянных сточных вод; станции очистки производственно-дождевых сточных вод; КНС очищенных сточных вод; сборник уловленной нефти с насосной установкой; сбросной коллектор очищенных сточных вод; площадки для подсушивания осадка и утилизации осадка. Резервуары-накопители должны предусматриваться для регулирования притока дождевых сточных вод с целью уменьшения производительности очистных сооружений.

Станция очистки производственно-дождевых сточных вод может иметь в своем составе: флотаторы; фильтры с песчаной или полимерной загрузкой; сорбционные фильтры с активированным углем; реагентное хозяйство для приготовления и дозирования коагулянтов и флокулянтов. Схему очистки целесообразно принимать на базе НДТ. Осадок от резервуаров статического отстоя и флотаторов необходимо отводить по трубопроводам на площадку для подсушивания и обезвоживания осадка.

Отведение в сеть производственно-дождевой канализации следующих сточных вод, содержащих повышенные концентрации специфических загрязняющих веществ, должно производиться только после их предварительной очистки на локальных установках:

- от котельных, имеющих повышенные концентрации минеральных солей;
- вод от ремонтных участков, имеющих повышенные концентрации маслопродуктов и моюще-обезжиривающих средств;
- дождевых вод с территорий технологических площадок, содержащих значительные количества нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ;
- вод, содержащих пену, образовавшуюся при проведении учебных тренировок по пожаротушению.

Локальные сооружения устанавливаются в дополнение к стационарным ОС. Для очистки сточных вод от моющих растворов и пены от пожаротушения рекомендуется использовать электрофлотаторы.

Сточные воды с повышенным содержанием нефтепродуктов подаются на локальные нефтеотделители, сепараторы и другие установки. Уловленная нефть должна собираться в сборник и насосом перекачиваться в **технологическую емкость**.

КНС и сбросной коллектор очищенных сточных вод могут быть совместными для производственно-дождевых и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Система хозяйственно-бытовой канализации должна состоять из: выпусков канализации из зданий и сооружений; самотечной сети канализации;

канализационной насосной станции (КНС) для подачи сточных вод на очистные сооружения; станции очистки хозяйственных сточных вод в комплектно-блочном исполнении; отводного коллектора очищенных сточных вод; КНС очищенных сточных вод при невозможности отвода сточных вод самотеком; выпуска сточных вод в водоприемник.

Станция очистки должна иметь в своем составе: установку биологической очистки с блоком биологической доочистки; узел подогрева сточных вод перед очисткой; блок доочистки с сорбционными фильтрами; установку обеззараживания; илоуплотнитель избыточного ила; емкость для промывки фильтров.

Компоновочные решения по этим станциям могут быть выполнены на базе блок-модульных блоков как в отдельном здании, так и на организованной площадке.

5.3. Системы канализации морских терминалов и нефтебаз

На нефтебазах с морскими нефтяными терминалами следует проектировать производственно-дождевую, канализацию льяльных вод и хозяйственно-бытовую канализацию (пример схем этих сооружений Приложения 8, 9 (часть 2)).

Производственно-дождевая канализация должна принимать также воды от мойки причалов.

Канализация льяльных вод должна принимать: воды льял насосного и машинного отделений судов.

Хозяйственно-бытовая канализация должна принимать: сточные воды от бытовых корпусов и административных зданий; сточные воды от столовой, прачечной.

Система производственно-дождевой канализации должна состоять из: самотечной сети канализации; КНС производственно-дождевых сточных вод; резервуаров-накопителей; резервуаров статического отстоя; КНС отстоянных сточных вод; станции очистки производственно-дождевых сточных вод; блок механического обезвоживания осадка; КНС очищенных сточных вод; сборник уловленной нефти; сбросной коллектор очищенных сточных вод.

Резервуары-накопители предусматриваются для регулирования притока дождевых сточных вод с целью уменьшения производительности очистных сооружений.

Станция очистки производственно-дождевых сточных вод должна иметь в своем составе: флотаторы; фильтры с песчаной или полимерной загрузкой; сорбционные фильтры с активированным углем; реагентное хозяйство для приготовления и дозирования коагулянтов и флокулянтов.

Осадок от резервуаров статического отстоя и флотаторов подлежит отводить по трубопроводам в блок механического обезвоживания осадка. Уловленная нефть подлежит сбору в сборник и вывозится на утилизацию.

КНС и сбросной коллектор очищенных сточных вод должны быть совместными для производственно-дождевых и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Система канализации льяльных вод предусматривается для приема льяльных вод с танкеров и вспомогательных судов и должна состоять из: колодца для приема льяльных вод; КНС льяльных вод; резервуаров-усреднителей; трехфазной центрифуги для первичного отделения нефтепродуктов; станции очистки льяльных вод; сборника уловленной нефти.

Сдача судном-сборщиком льяльных вод должна производиться в специальные колодцы-приемники, расположенные на причале базы спецморподразделения, только в присутствии представителя Отдела флота порта.

Колодцы-приемники оборудуются запорным устройством, исключаяющим свободный доступ, пломбируются отделом экологической безопасности и должны быть снабжены хорошо видимым указателем о типе сточных вод: «ЛВ» - для льяльных вод.

Резервуары-усреднители предусматриваются для усреднения концентраций загрязнений в льяльных водах и для регулирования притока с целью уменьшения производительности очистных сооружений.

Сборник уловленной нефти должен быть один для станции очистки производственно-дождевых сточных вод и для станции очистки льяльных вод.

Нефтепорт должен принимать отсортированные судовые отходы только тех типов, которые очистные сооружения способны обезвредить путем сжигания в инсинераторной установке.

Система хозяйственно-бытовой канализации и станция очистки имеют традиционную комплектацию.

6. ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

6.1. Общие указания

Очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод на промышленных площадках относятся к очистным сооружениям *малой производительности*.

При использовании сооружений биологической очистки малой производительности следует применять установки заводского изготовления из унифицированных модульных блоков, что обеспечит их высокое качество и надежность, транспортабельность, быстроту и легкость монтажа на месте.

Площадку очистных сооружений сточных вод надлежит располагать, как правило, с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже населенного пункта по течению водотока.

Компоновка сооружений на площадке должна обеспечивать:

- рациональное использование территории с учетом перспективного расширения сооружений и возможность строительства по очередям;
- блокирование сооружений и зданий различного назначения и минимальную протяженность внутриаплощадочных коммуникаций;
- самотечное прохождение основного потока сточных вод через сооружения с учетом всех потерь напора и с использованием уклона местности.

В составе очистных сооружений следует предусматривать:

- устройства для равномерного распределения сточных вод и осадка между отдельными элементами сооружений, а также для отключения сооружений, каналов и трубопроводов на ремонт, для опорожнения и промывки;
- устройства для измерения расходов сточных вод и осадка;
- пробоотборные узлы и оборудование для отбора проб на входе и выходе из очистных сооружений.

Каналы очистных сооружений канализации и лотки сооружений следует рассчитывать *на максимальный секундный расход* сточных вод с коэффициентом 1,4.

6.2. Сооружения механической очистки сточных вод

В составе очистных сооружений хозяйственно - бытовых сточных вод следует предусмотреть решетки с прозорами не более 16-20 мм в технологических схемах с первичными отстойниками и не более 5-9 мм в схемах без первичного отстаивания.

Решетки допускается не предусматривать в случае подачи сточных вод на очистные сооружения насосами при установке насосов с режущей кромкой и решетки перед насосами с прозорами не более 16-20 мм.

В составе комплекса очистки хозяйственно-бытовых сточных вод производительностью свыше 25 м³/сут следует предусматривать песколовки. Расчет этих сооружений надлежит проводить согласно СП 32.13330.2012.

В составе сооружений очистки хозяйственно-бытовых сточных вод производительностью до 15 м³/сут необходимо использовать септики или двухъярусные отстойники, свыше - первичные вертикальные отстойники. Расчет септиков и двухъярусных отстойников надлежит проводить согласно СП 32.13330.2012.

Первичные отстойники следует располагать перед сооружениями биологической очистки при концентрации взвешенных веществ в сточной воде более 200 мг/л. Расчет отстойников надлежит проводить согласно СП 32.13330.2012.

6.3. Сооружения предварительной физико-химической очистки сточных вод

Концентрации специфических загрязнений в сточной воде, поступающей на сооружения биологической очистки (СПАВ, нефтепродуктов, металлов и пр.), не должны превышать максимально допустимые для биологической очистки в соответствии с требованиями к составу и свойствам сточных вод, определенных договором на водоотведение (416-ФЗ и 225-ФЗ с 1 января 2019 г.) и предусматривать перед ступенью биологической очистки предварительную обработку сточных вод физико-химическими методами. Для контроля за содержанием нефтепродуктов должны устанавливаться **поточные анализаторы нефтепродуктов**.

В качестве основного процесса предварительной обработки сточных вод следует применять коагуляцию с использованием реагентов. В качестве реагентов следует применять коагулянты (соли алюминия или железа) и флокулянты (водорастворимые органические полимеры неионогенного, анионного и катионного типов). Вид реагента и его дозу надлежит принимать в зависимости от характера загрязнений сточных вод, необходимой степени их удаления, местных условий.

Ввод реагента в обрабатываемую воду следует производить перед первичными отстойниками сооружений полной биологической очистки.

Проектирование смесителей и камер хлопьеобразования следует выполнять в соответствии с требованиями СП 32.13330.2012.

6.4. Сооружения биологической очистки сточных вод

На очистных сооружениях при нестационарности поступления сточных вод по концентрациям загрязнений следует использовать аэротенки различных типов (аэротенки нитрификаторы, аэротенки нитри-денитрификаторы, аэротенки с загрузкой и др.).

Технологическую схему и состав сооружений биологической очистки следует выбирать в зависимости от характеристики и количества сточных вод, поступающих на очистку, требуемой степени очистки по основным показателям и местных условий.

Температура сточных вод, поступающих на сооружения биологической очистки, не должна быть ниже 5-7 °С. При температуре сточных вод ниже 5-7 °С

следует предусмотреть подогрев сточной воды в сооружениях биологической очистки до температуры не ниже плюс 15 °С.

При температуре ниже 5-7 °С допускается замена стадии биологической очистки стадией физико-химической очистки. **Выбор методов очистки осуществляется с учетом технико-экономического сравнения различных вариантов технологии.**

При БПК_{полн} **свыше 100 мг/л** следует использовать аэротенки со свободно плавающей микрофлорой.

При БПК_{полн} **ниже 100 мг/л**, а также при температуре обработки воды ниже 10 °С надлежит использовать аэротенки с микрофлорой, закрепленной на различных подвижных или стационарных носителях (активных или инертных).

В условиях, когда содержание органического вещества в исходном стоке недостаточно (БПК_{полн} ниже 100 мг/л), для поддержания метаболической активности и регенерации биомассы активного ила *требуется углеродная подпитка иловой смеси*. Как правило, для этого используются легкоокисляемые органические вещества – метанол, уксусная кислота, крахмал, глицерин и др.

При работе аэротенков с удалением азота по двухиловой системе углеродное питание изымается из воды на первой ступени (в аэрационной зоне нитрификации). В связи с этим, для обеспечения процессов денитрификации в аноксидной зоне необходимо использование дополнительного источника углерода.

При нормировании в очищенной воде общего азота до 10 мг N/л надлежит учитывать, что присутствие в хозяйственно-бытовых сточных водах органического азота приводит в процессе биологического окисления органических соединений к аммонификации, с последующим высвобождением азота аммонийного. В связи с этим расчет очистных сооружений биологической очистки следует проводить с учетом общего азота, включающего азот органических соединений:

- при отношении БПК_{полн} к общему азоту свыше 15:1 на стадии биологической очистки надлежит применять аэротенки нитрификаторы;
- при отношении БПК_{полн} в общему азоту ниже 15:1 следует применять аэротенки нитри-денитрификаторы;
- при отношении БПК_{полн} в общему азоту менее 4:1 для организации процесса нитри-денитрификации следует использовать дополнительный источник углерода, а также предусмотреть отказ от первичного отстаивания.

Для глубокого удаления фосфора на стадии биологической очистки надлежит использовать аэротенки нитри-денитрификаторы с камерой дефосфатации. В случае, когда содержание легкоразлагаемого органического вещества в сточных водах недостаточно, можно использовать дополнительный источник углерода.

Расчет сооружений биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод следует производить на сумму органических загрязнений, выраженных БПК_{полн}, по соединениям азота или нефтепродуктам.

Вместимость аэротенков надлежит определять по среднечасовому поступлению воды за период обработки в часы максимального притока.

Вместимость аэротенков или зон аэротенков (зона нитрификации, денитрификации) диктуется *лимитирующей скоростью процесса*.

Объем реактора (W) следует определять по формуле:

$$W = t_{\text{atm}} \times Q, \quad (6.1)$$

где Q - среднечасовой расход сточных вод за период обработки воды в часы максимального притока, м³/ч; t_{atm} - продолжительность пребывания, ч, определяемая по формуле

$$t_{\text{atm}} = (L_{\text{en}} - L_{\text{ex}}) / [a_i (1-s)\rho], \quad (6.2)$$

где L_{en} - концентрация загрязнений (БПК_{полн}, азота общего или аммонийного, нефтепродуктов и других специфических компонентов) в исходной сточной воде, мг/л; L_{ex} - концентрация загрязнений (БПК_{полн}, азота аммонийного, азота нитритов и нитратов, нефтепродуктов и других специфических компонентов) в очищенной воде, мг/л; a_i - концентрация ила, г/л; s - зольность ила, доли ед.; ρ - удельная скорость окисления БПК_{полн}, нефтепродуктов, СПАВ, нитрификации, денитрификации и др., определяется по кинетическим зависимостям, полученным экспериментально, мг/г/ч.

Формула (6.2) справедлива при среднегодовой температуре сточных вод 15°C. При иной среднегодовой температуре сточных вод T_w продолжительность обработки, вычисленная по формуле (6.2), должна быть умножена на отношение 15/ T_w.

Удельный расход воздуха на аэрацию надлежит рассчитывать в соответствии с СП 32.13330.2012 с учетом потребности кислорода на нитрификацию. Количество используемых аэраторов необходимо определять расчетом по данным производителей с учетом зависимости эффективности растворения кислорода от нагрузки на аэраторы.

В аэротенках следует применять мелкопузырчатые и среднепузырчатые аэраторы. Применение мелкопузырчатой аэрации позволяет аэрофильным организмам заместить микроаэрофилы в активном иле, что приводит к значительному улучшению качества очистки, улучшению седиментационных характеристик активного ила, его влагоотдающих свойств, повышению уровня метаболизма, а также возрастанию устойчивости организмов ила к воздействию токсичных веществ.

В бескислородных зонах (зоны денитрификации и дефосфатации) аэротенка следует предусматривать перемешивание иловой смеси механическими мешалками.

В аэротенках надлежит предусматривать возможность опорожнения и устройства для выпуска воды.

Вторичные отстойники всех типов после аэротенков надлежит рассчитывать по гидравлической нагрузке q_{hc} , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Расчет отстойников и выбор их конструктивных параметров следует проводить согласно СП 32.13330.2012.

6.5. Сооружения доочистки сточных вод

Доочистка сточных вод применяется после полной биологической очистки для снижения концентрации взвешенных веществ, величины показателей БПК, ХПК и др. При глубокой очистке сточных вод, главным образом, от взвешенных веществ используются фильтры различных конструкций. Для глубокой очистки от растворенных органических веществ применяют сорбционные, биосорбционные, озонаторные и другие установки. Глубокая очистка сточных вод от соединений азота и фосфора может осуществляться физико-химическими и биологическими методами.

Сетчатые барабанные фильтры следует применять для механической очистки производственных сточных вод, для установки перед фильтрами глубокой очистки сточных вод (барабанные сетки), а также в качестве самостоятельных сооружений глубокой очистки (микрофильтры).

При применении барабанных сеток для механической очистки сточных вод в исходной воде должны отсутствовать вещества, затрудняющие промывку сетки (смолы, жиры, масла, нефтепродукты и пр.), а содержание взвешенных веществ не должно превышать 250 мг/л. При использовании микрофильтров для глубокой очистки хозяйственно-бытовых сточных вод содержание взвешенных веществ в исходной воде должно быть не более 40 мг/л.

В качестве фильтрующего материала в фильтрах с зернистой загрузкой допускается использовать кварцевый песок, гравий, гранитный щебень, гранулированный доменный шлак, антрацит, керамзит, полимеры, а также другие зернистые загрузки, обладающие необходимыми технологическими свойствами, химической стойкостью и механической прочностью. Фильтры с полимерной загрузкой следует применять для очистки производственных сточных вод от масел и нефтепродуктов, не находящихся в них в виде стойких эмульсий. Расчет фильтров надлежит производить согласно СП 32.13330.2012.

При нормировании в очищенной воде фосфатов для удаления последних до требуемой величины следует проводить реагентную обработку очищенной воды перед фильтрами доочистки. В качестве реагента надлежит использовать минеральные коагулянты (сернокислое железо, сернокислый алюминий и др.). Дозу реагента следует рассчитывать на основании удельного количества железа или алюминия, необходимого для удаления соединений фосфора. Для случая подачи реагента в очищенную воду соотношение Al^{+3}/P^{+5} составляет 3/1.

При необходимости глубокой доочистки биологически очищенных сточных вод по специфическим загрязнениям (СПАВ, нефтепродукты и др.) на стадии доочистки следует использовать методы физико-химической очистки. Одними из наиболее эффективных способов удаления из сточных вод нефтепродуктов, СПАВ, хлорорганики являются *адсорбция и ультрафильтрация*.

Для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ наиболее эффективны углеродные сорбенты (активные угли). Примеры расчета адсорбционных установок с активированным углем содержатся в Справочном пособии к СНиП 2.04.03-85 «Проектирование сооружений для очистки сточных вод». Однако при использовании этих материалов нужно учитывать современные материалы и их характеристики.

Адсорберы с плотным слоем загрузки активного угля следует применять при содержании взвешенных веществ в сточной воде не более 5 мг/л. Адсорберы с псевдооживленным слоем активного угля применяются при содержании взвешенных веществ до 1 мг/л.

Высокую эффективность имеет биосорбционный метод очистки, основанный на совмещении в специальном сооружении – биосорбере процессов адсорбции органических загрязнений из воды с их биологическим окислением микроорганизмами, иммобилизованными на поверхности и в микропористой структуре пористого гранулированного носителя.

В результате доочистки на биосорберах биологически очищенных сточных вод их БПК_{полн} может быть снижен до 1,5-3 мг/л, ХПК – на 40-60 %, практически полностью удаляются СПАВ и нефтепродукты. Однако эффективность этих процессов следует уточнять по материалам экспериментальных исследований, так как ряд специфических компонентов являются лимитирующими веществами для адсорбции и биодеструкции.

6.6. Сооружения обработки и обезвреживания осадков

Расчет сооружений по обработке осадков хозяйственно-бытовых сточных вод следует выполнять на основании РД, СП, данных научно-исследовательских институтов и опыта эксплуатации действующих сооружений.

Расчетные расходы образующихся осадков (сырого осадка первичных отстойников и избыточного активного ила) следует определять в соответствии с принятой технологией очистки сточных вод, производительностью очистных сооружений, значениями содержания взвешенных веществ и БПК_{полн} в поступающей на очистку воде, эффективностью осветления воды в первичных отстойниках (при условии их применения в технологических процессах очистки сточных вод), принятыми значениями влажностей образующихся осадков. В ряде случаев при обосновании допускается совместная обработка осадков

хозяйственно-бытовых сточных вод с осадками, образующимися при очистке дождевых и производственных сточных вод.

Базовый комплекс сооружений по обработке осадков должен включать: уплотнитель; аэробный стабилизатор; усреднитель; узел приготовления и дозирования раствора реагента; узел механического обезвоживания или иловые площадки; узел биотермической обработки осадков или полигон для захоронения. Технологические стадии обработки осадков, параметры процессов и состав сооружений определяются индивидуально для условий конкретных объектов.

Уплотнению надлежит подвергать избыточный активный ил, отводимый из сооружений биологической очистки, или его смесь с сырым осадком первичных отстойников. Для этих целей следует применять вертикальные илоуплотнители гравитационного типа. Продолжительность уплотнения осадков принимают равной не менее 8-12 ч, скорость движения жидкости в отстойной зоне – не более 0,1 мм/с, влажность уплотненного осадка – 96-98 %.

На *аэробную стабилизацию* допускается направлять неуплотненный или уплотненный ил, а также его смесь с сырым осадком. Для аэробной стабилизации надлежит применять сооружения, аналогичные коридорным аэротенкам. Продолжительность процесса аэрации следует назначать (при температуре 20 °С): для неуплотненного активного ила - 2-5 сут; для смеси сырого осадка и неуплотненного ила - 6-7 сут; для смеси сырого осадка и уплотненного ила – 8 - 12 сут. При более высоких температурах продолжительность стабилизации уменьшается, при более низких – увеличивается. При изменении температуры на 10 °С, продолжительность аэрации соответственно изменяется в 2-2,2 раза. Диапазон температур, при которых может осуществляться аэробная стабилизация, составляет 8-35 °С. Расход воздуха на аэробную стабилизацию следует принимать равным 1-2 м³/ч на 1 м³ рабочего объема стабилизатора, а интенсивность аэрации не менее 6 м³/(м²×ч).

При отсутствии в схеме обработки осадков аэробных стабилизаторов исходные или предварительно уплотненные осадки перед подачей на обезвоживание должны подвергаться *усреднению по составу и концентрации*. Для усреднения осадков используются емкостные сооружения с плоским дном. Усреднение осадков производится погружными механическими мешалками или сжатым воздухом, подаваемым из воздушной сети очистных сооружений. Расход воздуха и интенсивность аэрации принимаются аналогично процессу аэробной стабилизации. Объем усреднителя надлежит определять индивидуально для конкретных условий. Для подачи осадка на установки механического обезвоживания следует применять *одновинтовые насосы-дозаторы*.

При применении установок механического обезвоживания осадков стадия реагентной обработки осадков является обязательной. Для реагентной обработки следует применять катионные флокулянты. Товарный вид флокулянта –

порошок белого цвета с содержанием основного вещества 96-99 %. Флокулянт поставляется в герметичных мешках массой 25 кг. Концентрацию рабочего раствора флокулянта следует принимать равной 0,1-0,2 %. Для приготовления рабочего раствора следует использовать воду питьевого качества, допускается использование технической воды. Рабочие дозы флокулянта следует принимать равными: для уплотненного избыточного активного ила - 4-8 кг/т сухого вещества осадка; для смеси сырого осадка и неуплотненного активного ила - 2,5-4,0 кг/т; для смеси сырого осадка и уплотненного активного ила - 3-5 кг/т. Дозирование рабочего раствора флокулянта надлежит производить одновинтовыми или мембранными насосами-дозаторами. Ввод раствора флокулянта для смешивания с осадком следует производить во флокулятор или во всасывающий (напорный) трубопровод подачи осадка на установки механического обезвоживания.

Для механического обезвоживания осадков следует применять установки с мешочными фильтрами, камерные и ленточные фильтр-прессы, шнековые центрифуги. **Тип применяемого оборудования определяется на основании выполняемых технологических изысканий и технико-экономического расчета для условий конкретного объекта.**

Установки с мешочными фильтрами надлежит применять на очистных сооружениях производительностью до 600-1000 м³/сут (по подаваемой на очистку воде). Количество мешочных фильтров следует принимать равным 2-12 шт, влажность обезвоженного осадка 88-92 %, эффективность задержания сухого вещества 98,5-99,5 %. Пропускную способность одного мешочного фильтра следует принимать 6-10 кг по сухому веществу осадка.

Современные камерные фильтр-прессы подразделяются на диафрагменные и бездиафрагменные. Основным преимуществом камерных фильтр-прессов перед другими видами обезвоживающего оборудования (вакуум-фильтрами, центрифугами, ленточными фильтр-прессами) является более глубокая степень обезвоживания, поэтому их целесообразно применить в тех случаях, когда необходимо получение обезвоженного осадка более низкой влажности. Влажность обезвоженного осадка в камерных пресс-фильтрах составляет порядка 50-70 %. Рабочее давление фильтрования на фильтр-прессах с отжимными диафрагмами допустимо до 1,2 МПа, на фильтр-прессах без диафрагм до 1 МПа.

Производительность камерного фильтр-пресса G можно рассчитать по формуле, если известно основное время фильтрования,:

$$G = K \frac{Fh \rho_{ос} \frac{100 - W}{100}}{\tau_{ср} + \tau_{всп}}, \quad \text{т/ч}, \quad (6.3)$$

где F - фильтрующая поверхность, м²; h - толщина слоя осадка или глубина камеры, м; $\rho_{ос}$ - плотность обезвоженного осадка, кг/м³; W - влажность обезвоженного осадка, %; $\tau_{ср}$ - время основных операций, с; $\tau_{всп}$ - время

вспомогательных операций, с; K - переводной коэффициент, равный для диафрагменных фильтр-прессов $3,6 \cdot 10^3$, для бездиафрагменных фильтр-прессов $1,8 \cdot 10^3$.

Числитель формулы (6.3) выражает массу сухого вещества осадка, обезвоженного на фильтр-прессе за один фильтроцикл, знаменатель - продолжительность фильтроцикла. В настоящее время не определена аналитическая зависимость, позволяющая рассчитать время фильтрования до получения осадка определенной влажности, а существующие эмпирические зависимости справедливы лишь для конкретных видов осадков в определенном диапазоне их свойств. Поэтому производительность фильтр-пресса в каждом конкретном случае определяется экспериментально или принимается по аналогии с другими похожими по свойствам осадками.

Технологическая схема обезвоживания осадков сточных вод на камерных фильтр-прессах включает систему кондиционирования осадка, систему подачи осадка на фильтр-пресс, фильтр-прессы, транспортную систему отвода обезвоженного осадка.

Ленточные фильтр-прессы следует применять на очистных сооружениях производительностью более $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Производительность фильтр-пресса надлежит принимать равной $0,1-0,3 \text{ т}$ сухого вещества осадка на 1 погонный метр ширины фильтровальных лент. Влажность обезвоженного осадка следует принимать равной $76-80 \%$, эффективность задержания сухого вещества $98-99 \%$. Для регенерации фильтровальных лент на ленточный фильтр-пресс следует подавать техническую воду, расход воды следует принимать $3-6 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 погонный метр ширины фильтровальных лент, давление в подающем трубопроводе технической воды – не менее $0,6 \text{ МПа}$.

Установка для обезвоживания осадка на ленточном фильтр-прессе включает узел приготовления рабочих растворов реагентов, узел кондиционирования осадка и подачи его на ленточный фильтр-пресс, собственно ленточный фильтр-пресс, систему транспортировки обезвоженного осадка, подвода и отвода промывной воды.

Шнековые центрифуги допускается применять на очистных сооружениях производительностью более $800 \text{ м}^3/\text{ч}$. Производительность центрифуги составляет от $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ и выше, влажность обезвоженного осадка $78-82 \%$, эффективность задержания сухого вещества $98-99 \%$.

Образующиеся при обезвоживании осадков возвратные технологические потоки (фильтрат, фугат, промывная вода) следует направлять в приемный резервуар очистных сооружений.

Иловые площадки для обезвоживания осадков допускается проектировать с дренажом на искусственном основании, а также каскадные с поверхностным

удалением иловой воды. Нагрузку осадка на иловые площадки следует принимать в соответствии с требованиями СП 32.13330.2012.

Искусственное дренирующее основание иловых площадок должно составлять не менее 10 % от площади иловой карты.

Подачу иловой воды с иловых площадок следует производить в приемный резервуар очистных сооружений.

Осадки надлежит подвергать обеззараживанию в жидком виде или после механического обезвоживания или подсушивания на иловых площадках. Обеззараживание и дегельминтизацию осадков следует производить путем их прогревания до 60 °С в течение не менее 20 мин при расчетной температуре. Для обеззараживания обезвоженных осадков допускается применение метода биотермической обработки.

Метод обеззараживания осадков и технологические параметры процесса надлежит определять на основании выполненных опытно-экспериментальных работ для условий конкретного объекта.

Биотермическая обработка (компостирование) осадков производится совместно с наполнителями или готовым компостом. Процесс компостирования следует осуществлять на обвалованных, открытых или с навесом площадках, с искусственным твердым днищем, с использованием средств механизации, в штабелях высотой 2-3 м при естественной и до 5 м - принудительной аэрации. Продолжительность процесса биотермической обработки следует принимать в зависимости от состава осадка, вида наполнителя, климатических условий и на основании результатов выполненных технологических изысканий. Наряду с термической обработкой для компостирования осадков возможно использование микробиологических технологий и вермитехнологий.

Для временного хранения обезвоженных осадков допускается применять открытые или закрытые площадки с твердым покрытием. Высоту слоя складированного осадка следует принимать 1,5-3 м. Рабочий объем площадки складирования следует принимать из возможности условия подачи на нее обезвоженных осадков в течение 3-4 месяцев.

Способ утилизации обезвоженных осадков следует определять на основании выполненных опытно-экспериментальных работ в соответствии с региональным расположением объектов и соблюдая требования СанПиН 2.1.7.573-96.

Возможно сжигание осадков в инсинераторной установке.

Современные системы утилизации осадков следует выбирать из горизонтальных справочников НДТ, где предусмотрены варианты переработки осадков по отраслям, в том числе с использованием блочно-модульных установок.

7. ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

7.1. Общие указания

Расчет сооружений для очистки производственных сточных вод и обработки их осадков следует выполнять на основании СП, СНиП, данных научно-исследовательских институтов и опыта эксплуатации действующих сооружений. В основу технических решений должны быть положены известные НДТ.

Состав сооружений следует выбирать в зависимости от характеристики и количества сточных вод, поступающих на очистку, требуемой степени их очистки, метода обработки осадка, местных условий и экологических ограничений.

В составе очистных сооружений следует предусматривать:

- устройства для равномерного распределения сточных вод и осадка между отдельными элементами сооружений, а также для отключения сооружений, каналов и трубопроводов на ремонт, для опорожнения и промывки;
- устройства для измерения расходов сточных вод и осадков;
- пробоотборные узлы и оборудование для отбора проб на входе и выходе из очистных сооружений.

В общем случае очистка производственных и дождевых сточных вод должна производиться отдельно.

При организации рационального водопользования на предприятии необходимо проводить инженерно-технологические изыскания с обоснованием совместной очистки и повторного использования очищенных потоков для технологических целей.

7.2. Сооружения для механической очистки сточных вод

В составе комплекса очистки поверхностного стока следует предусматривать решетки. Решетки следует устанавливать в камере, образуемой посредством расширения и (или) углубления подводящего к ней сточную воду канала. При улавливании загрязнений объемом более 0,1 м³/сут очистку решетки механизировать. Расчет этих сооружений надлежит выполнять согласно СП 22.13330.2012.

В составе сооружений очистки производственного и дождевого стоков следует предусматривать песколовки.

Время пребывания в сооружении следует принимать от 5 до 15 мин.

Конструкции песколовок предусматривают *периодический* или *непрерывный* отвод задержанных загрязнений стока за счет установки в них *гидроэлеваторов* и *нефтесборных труб* или *скимеров*. Для повышения эффекта работы может использоваться воздух, подаваемый в сооружение посредством перфорированных труб. В практике очистки нефтесодержащих сточных вод применяются

горизонтальные и радиальные песколовки, позволяющие удалять частицы с гидравлической крупностью $10 \div 20$ мм/с. Расчет этих сооружений следует выполнять согласно СП 22.13330.2012.

7.3. Сооружения физико-механической очистки производственных сточных вод

Нефтесодержащие производственные сточные воды независимо от количественного и качественного состава следует подвергать очистке физико-механическими методами (седиментацией, флотацией, фильтрованием, сепарированием, центрифугированием).

В зависимости от исходного качества производственно-дождевых сточных вод надлежит выбирать одно или два работающих последовательно сооружения физико-механической очистки.

Нефтеотделители, маслоотделители, мазуто- и нефтеловушки следует применять для удаления основной части нефтепродуктов и более мелких минеральных примесей. На этой стадии очистки в течение двух часов пребывания жидкости на её поверхность всплывают до **60÷80%** нефтепродуктов, осаждаются частицы с гидравлической крупностью не менее 2 мм/с. В зависимости от качественного состава нефтепродуктов, эти сооружения могут иметь различные конструктивные элементы, оборудованные, например, многополочными блоками тонкослойного отстаивания коалесцентными фильтрами. *Они могут применяться в качестве локальных установок.*

Радиальные или горизонтальные отстойники следует применять для отделения всплывших нефтепродуктов и осаждения взвесей.

Для увеличения рабочего объема отстойников до $80 \div 90\%$ следует применять водораспределительные устройства на входе жидкости в сооружения, организацию ламинарного потока в объеме сооружения, устройство самостоятельных механизмов для удаления всплывших нефтепродуктов и для выпавшего осадка, инертные материалы, ускоряющие процесс седиментации, воздух для ускорения всплывания нефтепродуктов и т.д. Расчет этих сооружений следует выполнять согласно СП 22.13330.2012.

Напорные флотационные установки следует применять для очистки сточных вод от *растворенных, эмульгированных и грубодисперсных примесей.*

Допускается работа флотационных установок по прямоточной схеме, когда насыщается воздухом весь объем нефтесодержащей сточной воды или частично-прямоточной, при которой лишь $20 \div 30\%$ воды насыщается воздухом.

При очистке нефтесодержащих сточных вод следует применять флотокамеры различного вида: прямоугольные (при производительности $2-5$ м³/ч); радиальные (при производительности свыше 5 м³/ч); колонного вида (при производительности

свыше 15 м³/ч) с различными внутренними устройствами. Флотокамеры заполняются модулями тонкослойных блоков, секционируются полупогружными цилиндрами на зоны, применяются плавающие насадки, струенаправляющие устройства и т.д. Сооружения следует оборудовать механическими скребками для непрерывного удаления пены и осадка. При этом в прямоугольных флотокамерах применяются простые скребковые механизмы, а в радиальных - более сложные.

Расчет флотационных установок надлежит производить согласно СП 22.13330.2012.

Для сточных вод, содержащих повышенные концентрации нефтепродуктов (более 4000 мг/л), следует применять в качестве локальных сооружений сепараторы или триканторы).

На стадии физико-механической очистки сточных вод допускается применять различные комбинированные сооружения, например, отстойник- флотатор, фильтр-флотатор, гидроциклон-флотатор, фильтр-гидроциклон и т.д. Сочетание в одной емкости различных процессов очистки позволяет снизить энерго- и материалозатраты, улучшить условия эксплуатации и эффективность очистки.

7.4. Сооружения физико-химической очистки производственных и дождевых сточных вод. Реагентное хозяйство

Для достижения более глубокой очистки сточных вод в сочетании с физико-механическими способами или без них следует применять физико-химические методы, основанные на применении реагентов.

В качестве реагентов надлежит использовать коагулянты (соли алюминия или железа), известь, флокулянты (водорастворимые органические полимеры неионогенного, анионного и катионного типов).

Расчетные дозы реагентов следует устанавливать для различных периодов года в зависимости от качества исходной воды и **корректировать в период наладки и эксплуатации сооружений**. При этом надлежит учитывать допустимые их остаточные концентрации в обработанной воде, предусмотренные технологическими требованиями.

Для предварительных решений дозу коагулянта D_k , мг/л, для ряда реагентов $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$ (по безводному веществу) допускается принимать на основе эмпирических расчетов для их обработки: мутных вод — по табл. 7.1, цветных вод — по формуле:

$$D_k = \sqrt[4]{C}, \quad (7.1)$$

где C — цветность обрабатываемой воды, град.

При одновременном содержании в воде взвешенных веществ и цветности принимается большая из доз коагулянта, определенных по табл. 7.1 и формуле (7.1).

Концентрацию раствора коагулянта в растворных баках, считая по чистому и безводному продукту, следует принимать: до 17 %— для неочищенного, до 20 % — для очищенного кускового, до 24 % — для очищенного гранулированного; в расходных баках — до 12 % или по *паспорту и рекомендациям фирмы-изготовителя товарного продукта или разработчика технических решений по получению современных композиционных реагентов, которых требуется меньше по активному веществу.*

Коагуляцию водных дисперсий и процесс хлопьеобразования надлежит осуществлять в условиях обеспечения оптимальных гидродинамических параметров быстрого смешения обрабатываемой воды и рабочего раствора реагента, и далее последующего более медленного перемешивания.

Таблица 7.1

Мутность воды (взвешенные вещества), мг/л	Доза безводного коагулянта для обработки мутных вод, мг/л
До 100	25 – 35
Св. 100 до 200	30 – 40
“ 200 “ 400	35 – 45
“ 400 “ 600	45 – 50
“ 600 “ 800	50 – 60
“ 800 “ 1000	60 – 70
“ 1000 “ 1500	70 – 80

Примечания: 1. Меньшие значения доз относятся к воде, содержащей грубодисперсную взвесь. 2. При применении контактных осветлителей или фильтров, работающих по принципу коагуляции в зоне фильтрующей загрузки, дозу коагулянта следует принимать на 10—15 % меньше, чем по табл. 7.1 и формуле (7.1).

Процесс быстрого перемешивания следует проводить в смесителях, когда коллоидные частицы полностью нейтрализованы и обеспечивается полное *распределение реагента в объеме воды.*

Для интенсификации растворения коагулянта и перемешивания его в баках надлежит предусматривать подачу сжатого воздуха: 8-10 л/(с·м²) — для растворения; 3-5 л/(с·м²) — для перемешивания при разбавлении до требуемой концентрации в расходных баках.

Распределение воздуха следует предусматривать через перфорированные трубы.

Допускается применение для растворения коагулянта и перемешивания его раствора механических мешалок или циркуляционных насосов.

Подача рабочих растворов реагента должна производиться *насосами-дозаторами, работающими в схеме автоматического управления процессом очистки.*

Смесители и камеры хлопьеобразования допускается размещать непосредственно встроенными в отстойниках, флотаторах, фильтрах или применять в схемах самостоятельными аппаратами.

Интенсивность смешения сточных вод с реагентами в смесителях и камерах хлопьеобразования следует оценивать по величине *среднего градиента скорости*, которая составляет, с^{-1} :

- для смесителей с коагулянтами – 200, с флокулянтами – 300÷500;

- для камер хлопьеобразования: при отстаивании для коагулянтов и флокулянтов - 25÷50; при флотации – 50÷70.

Время полного цикла приготовления раствора коагулянта (загрузка, растворение, отстаивание, перекачка, при необходимости чистка поддона) при температуре воды до 10°C следует принимать 10—12 ч. Для ускорения цикла приготовления коагулянта до 6—8 ч рекомендуется использование воды температурой до 40°C. Количество растворных баков надлежит принимать с учетом объема разовой поставки, способов доставки и разгрузки коагулянта, его вида, а также времени его растворения, и должно быть **не менее трех**. *Количество расходных баков должно быть не менее двух*.

Растворные баки в нижней части следует проектировать с наклонными стенками под углом 45° к горизонтали для неочищенного и 15° для очищенного коагулянта. Для опорожнения баков и сброса осадка следует предусматривать трубопроводы диаметром не менее 150 мм. При применении кускового коагулянта в баках должны быть предусмотрены съемные колосниковые решетки с прозорами 10—15 мм. При применении гранулированного и порошкообразного коагулянта необходимо предусматривать на колосниковой решетке сетку из кислотостойкого материала с отверстиями 2 мм.

Допускается уменьшение угла наклона стенок баков для неочищенного коагулянта до 25° при оборудовании подколосниковой части баков системой гидросмыва осадка и одновременной подаче сжатого воздуха.

Днища расходных баков должны иметь уклон не менее 0,01 к сбросному трубопроводу диаметром не менее 100 мм. Внутренняя поверхность баков должна быть защищена **кислотостойкими материалами**.

Забор раствора коагулянта из растворных и расходных баков следует предусматривать с *верхнего уровня*.

Для транспортирования раствора коагулянта следует применять кислотостойкие материалы и оборудование. Конструкции реагентопроводов должны обеспечивать возможность их быстрой прочистки и промывки.

Флокулянты следует вводить в воду после коагулянта. При очистке высокомутных вод допускается ввод флокулянтов до коагулянтов. Следует предусматривать возможность ввода флокулянтов и коагулянтов с разрывом во времени до 2—3 мин в зависимости от качества обрабатываемой воды. Порядок

введения реагентов необходимо уточнять при пуско-наладке оборудования.

Дозу флокулянтов (в дополнение к дозам коагулянтов) следует принимать:

а) полиакриламида (ПАА) по безводному продукту:

- при вводе перед отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком по табл. 7.2;

- при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,05÷0,1 мг/л;

- при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 0,2÷0,6 мг/л;

б) активной кремнекислоты (поSiO₂):

- при вводе перед отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком для воды с температурой более 5÷7°С — 2÷3 мг/л, с температурой менее 5÷7°С — 3÷5 мг/л;

- при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,2÷0,5 мг/л;

- при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 1÷3 мг/л.

Полиакриламид следует применять в виде раствора с концентрацией полимера 0,1—1%. Приготовление раствора из технического полиакриламида надлежит производить в баках с механическими лопастными мешалками. Продолжительность приготовления раствора из ПАА геля 25—40 мин, из ПАА сухого - 2 ч. Для ускорения приготовления раствора ПАА следует использовать горячую воду с температурой не выше 50°С.

Количество мешалок, а также объем расходных баков для растворов ПАА следует определять исходя из сроков хранения 0,7— 1 % растворов не более 15 сут, 0,4—0,6% растворов — 7 сут и 0,1—0,3 % растворов — 2 сут.

Приготовление растворов *активной кремнекислоты* производится путем обработки жидкого стекла раствором сернокислого алюминия или хлором. Активацию сернокислым алюминием или хлором следует производить на установках непрерывного или периодического действия.

Альтернативным вариантом использования коагулянтов и флокулянтов могут являться более эффективные композиционные коагулянты-флокулянты на основе нефелинового сырья. Эти виды реagens требуют уточнения на стадии инженерных изысканий.

Таблица 7.2

Мутность воды, мг/л	Цветность воды, град	Доза безводного ПАА, мг/л
До 10	Св. 50	1 – 1,5
Св. 10 до 100	30 – 100	0,3 – 0,6
“ 100 “ 500	20 – 60	0,2 – 0,5
“ 500 “ 1500	—	0,2 – 1

При использовании иных реагентов необходимо уточнять их химический состав, эффективность, класс опасности и особенности использования в технологии очистки с определением оптимальных условий их использования. Сведения об остаточных концентрациях реагентов указываются в документах при согласовании и декларировании сбросов в водные объекты.

Отделение скоагулированных примесей от воды следует осуществлять отстаиванием, флотацией, центрифугированием или фильтрованием.

В схемах физико-химической очистки сточных вод допускается применять комбинированные сооружения, когда в одной емкости осуществляется несколько технологических процессов, например, коагуляция и отстаивание, флотация и фильтрование, отстаивание и флотация, хлопьеобразование и флотация и т.д.

Для повышения эффективности флокуляции можно применять электрообработку (при очистке 5-50 м³/ч сточных вод) – воздействие внешнего электромагнитного поля на разделяемую суспензию или флокулянт.

Для очистки моющих растворов в качестве сооружения локальной очистки следует применять *электрофлотационные установки различной модификации*. Отработанные моющие растворы содержат СПАВ, щелочи и другие вещества, обеспечивающие отмывку загрязнений с очищаемой поверхности, рН растворов - 9÷11. Они являются высококонцентрированными и содержат: механические примеси до 8 г/л, эмульгированные нефтепродукты до 40 г/л.

Локальные электрофлотационные установки рекомендуется размещать после сооружений основного нефтеулавливания перед установками реагентной напорной флотации. Электрофлотационные установки работают с растворимыми или нерастворимыми электродами, концентрация нефтепродуктов в очищенной воде составляет не более 0,1 мг/л. Сорбционные методы следует использовать для доочистки от нефтепродуктов до концентрации 0,05 мг/л.

7.5. Сооружения доочистки сточных вод

Фильтрационные сооружения следует применять для глубокой очистки (доочистки) сточных вод после физико-химической очистки для последующего извлечения тонкодиспергированных веществ, пыли, масел, смол, нефтепродуктов и др. Тип фильтрующего аппарата подбирают в зависимости от количества воды, подлежащей фильтрованию; концентрации загрязнений, их природы и степени дисперсности; физико-химических свойств твердой и жидкой фаз; требуемой степени очистки; технологических, технико-экономических и других факторов.

Для реализации скорого фильтрования надлежит использовать открытые (самотечные) или закрытые (напорные) аппараты с восходящим или нисходящим направлением движения фильтрационного потока.

В качестве фильтрующей среды следует использовать природные и искусственные (кварцевый песок, дробленый гравий, гидроантрацит, бурый уголь, доменный шлак, горелые породы, керамзиты, мраморная крошка) или синтетические (пенополиуретан, полистирол, полипропилен, лавсан, нитрон) материалы. Природные материалы следует применять в дробленном (гранулированном) виде определенных фракций, а искусственные - в дробленном или в волокнистом или тканом виде.

Скорые фильтры допускается загружать однородным материалом с разной крупностью частиц либо несколькими (разнородными) материалами, которые располагают в направлении убывающей крупности загрузки. Фильтры допускается применять с вертикальным нисходящим или восходящим потоком воды, а в отдельных случаях – с горизонтальным. Грязеёмкость (количество загрязнений, кг, удаляемых с 1 м² поверхности загрузки фильтра) фильтров с восходящим потоком воды и убывающей крупностью загрузки, как правило, в 2 раза превышает грязеёмкость фильтров с однородной загрузкой и нисходящим потоком воды.

Следует отдавать предпочтение фильтрам с нисходящим потоком, в которых дренажная система защищена от воздействия загрязнений, содержащихся в сточных водах, и поэтому работает более надежно. На фильтрах с восходящим потоком наблюдается заиливание дренажа, корродирование труб, зарастание их карбонатами, что вызывает серьезные осложнения при эксплуатации фильтров.

Скорые фильтры следует рассчитывать на *рабочий и форсированный режимы* при выключении отдельных секций на промывку и ремонт. Число секций фильтров должно быть **не менее четырех** из расчета один в резерве, один на промывке и два рабочих. При выключении фильтра на промывку допускается увеличение скорости фильтрации на остальных фильтрах на 20%.

Фильтры с зернистой загрузкой надлежит промывать через дренажную систему снизу вверх. При крупности частиц песка 0,7÷0,8 мм интенсивность промывки следует принимать 10÷12 л/(с·м²), а при крупности 1÷1,2 мм - 14÷16 л/(с·м²); продолжительность промывки составляет 10÷20 мин. *Наиболее высокий эффект промывки достигается при использовании горячей воды (60÷80 °С).* Промывная вода, в зависимости от применяемого оборудования, может подаваться из сети хозяйственно-питьевого водопровода, из емкости очищенных СВ и, в случае необходимости промывки фильтров горячей водой, из узла подогрева воды.

Для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических загрязняющих веществ методом адсорбции в качестве сорбента надлежит применять активный уголь в виде плотного слоя загрузки (движущегося или неподвижного).

7.6. Сооружения обработки осадков

Осадки, образующиеся в технологических процессах очистки производственных и поверхностных сточных вод, следует подвергать обработке. Основными осадкообразующими сооружениями являются аккумулирующие емкости, отстойные сооружения, флотаторы, фильтровальное оборудование.

Расчет сооружений по обработке осадков поверхностных и производственных сточных вод следует выполнять на основании СП 22.13330.2012, данных научно-исследовательских институтов и опыта эксплуатации действующих сооружений.

Расчетное количество образующихся осадков следует определять в соответствии с принятой технологией очистки сточных вод, производительностью очистных сооружений, значениями содержания загрязнений в поступающей на очистку сточной воде, эффективностью очистки сточных вод в осадкообразующих сооружениях, типом применяемых при очистке воды реагентов, уровнем значений влажностей образующихся осадков.

Базовый комплекс сооружений по обработке осадков должен включать: уплотнитель; усреднитель; узел приготовления и дозирования раствора реагента; узел механического обезвоживания или иловые площадки; узел обезвреживания осадков и полигон для временного складирования обезвоженных осадков. Технологические стадии обработки осадков и параметры процессов, состав сооружений и оборудования следует определять индивидуально для условий конкретных объектов. Для утилизации осадков следует предусматривать использование НДТ с получением новых продуктов и материалов.

Уплотнению следует подвергать жидкие осадки, характеризующиеся высоким значением влажности. Для этих целей следует применять вертикальные илоуплотнители гравитационного типа. Продолжительность уплотнения осадков и, соответственно, объем сооружения; эффективность задержания сухого вещества; значения влажности уплотненного осадка определяются экспериментальным путем для конкретных категорий обрабатываемого осадка. Осветленная вода из илоуплотнителя направляется в аккумулирующий или приемный резервуар очистных сооружений.

Исходные или предварительно уплотненные осадки перед подачей на обезвоживание следует подвергать усреднению по составу и концентрации. Для усреднения осадков надлежит использовать емкостные сооружения с плоским днищем. Усреднение осадков должно производиться погружными механическими мешалками или сжатым воздухом, подаваемым в объем усреднителя через дырчатые трубы из сети очистных сооружений.

При применении установок механического обезвоживания осадков стадия реагентной обработки осадков является обязательной. Для реагентной обработки следует применять катионные или анионные органические флокулянты и

минеральные коагулянты на основе солей железа и алюминия. В технологических процессах обработки осадков возможно использование как одного типа реагента, так и их сочетаний. В случае необходимости корректировки значений рН осадков в сторону увеличения, необходимо применение щелочных реагентов. Для приготовления рабочих растворов реагентов используется вода питьевого качества, также допускается использование технической воды. Рабочие дозы флокулянта следует принимать: при использовании органических флокулянтов 0,1-0,5 % от массы сухого вещества осадка, для минеральных коагулянтов 1-6 % от массы сухого вещества осадка, для щелочных реагентов 3-10 % от массы сухого вещества осадка. Тип, марки и рабочие дозы реагентов определяются экспериментальным путем. Подача рабочих растворов реагентов может производиться в специальный смеситель - флокулятор, а также непосредственно во всасывающий или напорный трубопровод подачи осадка на установки механического обезвоживания.

Для механического обезвоживания осадков с содержанием небольшого количества нефтепродуктов следует применять установки с мешочными фильтрами, ленточные фильтр-прессы, шнековые центрифуги. Для механического обезвоживания осадков с высоким содержанием нефтепродуктов допускается применение двухфазных (разделение на осадок и фугат) или трехфазных (разделение на осадок, нефтепродукты и фугат) шнековых центрифуг. С целью сокращения потребного количества установок механического обезвоживания и повышения эффективности его работы, при применении ленточных фильтр-прессов и центрифуг допускается установка сетчатых сгустителей барабанного или ленточного типов. Тип применяемого оборудования и рабочие технологические параметры обезвоживания осадков определяются на основании выполняемых технологических изысканий и технико-экономического расчета для условий конкретного объекта.

Образующиеся при обезвоживании осадков возвратные технологические потоки (фильтрат, фугат, промывная вода) следует направлять в приемный или аккумулирующий резервуар очистных сооружений.

Допускается проектирование иловых площадок для обезвоживания осадков в соответствии с экологическим и технологическим ограничениями.

Осадки надлежит подвергать обезвреживанию в жидком виде, после механического обезвоживания или подсушивания на иловых площадках. Необходимость обезвреживания осадков определяется на основании данных их состава и класса опасности. Обезвреживание осадков следует производить термическим, химическим или биотермическим методами, которые определяются на стадии выполнения изыскательских работ для конкретных типов осадков.

Компостирование осадков (биотермическую обработку) следует осуществлять на обвалованных асфальтобетонных или бетонных площадках с дренажом и навесом, с отводом воды на очистные сооружения.

Для временного хранения обезвоженных осадков следует применять закрытые площадки с твердым покрытием. Высоту слоя складированного осадка следует принимать 1,5-3 м. Рабочий объем площадки складирования следует принимать из возможности условия подачи на нее обезвоженных осадков в течение 3-4 месяцев.

Площадки складирования необходимо оборудовать инженерными сооружениями, препятствующими возможности попадания осадков в почву, поверхностные и подземные воды.

Направления утилизации обезвоженных осадков следует определять на основании выполняемых опытно-экспериментальных работ в соответствии с региональным расположением очистных сооружений.

При отсутствии возможности утилизации осадков их надлежит направлять для долгосрочного складирования на специализированные полигоны промышленных отходов или специально построенные полигоны для депонирования осадков очистных сооружений. Полигоны могут быть построены в заглубленном, полузаглубленном виде или на поверхности земли. Основными конструктивными элементами такого типа полигонов являются противофильтрационные экраны, дренажные системы и системы газоотделения. Проектирование полигонов складирования осадков следует выполнять в соответствии с требованиями для полигонов различных классов, которые определяются уполномоченным органом в области охраны окружающей среды.

8. РЕГУЛИРУЮЩИЕ СООРУЖЕНИЯ

8.1. Регулирующие сооружения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод

При необходимости усреднения состава и/или расхода хозяйственно-бытовых или производственно-дождевых сточных вод надлежит предусматривать усреднители. Правильно выбранный усреднитель обеспечивает стабильность работы системы очистки воды и возможность регулирования эффективности очистки от ряда загрязняющих веществ.

Тип усреднителя (барботажный, с механическим перемешиванием, многоканальный) следует выбирать с учетом характера колебаний концентрации загрязняющих веществ (циклические, произвольные колебания и залповые сбросы), а также вида и количества взвешенных веществ.

Число секций усреднителей необходимо принимать *не менее двух*, причем обе рабочие.

При наличии в сточных водах взвешенных веществ следует предусматривать мероприятия по предотвращению осаждения их в усреднителе.

В усреднителях с барботированием или механическим перемешиванием при наличии в стоках легколетучих ядовитых веществ следует предусматривать перекрытие и вентиляционную систему.

Усреднитель барботажного типа необходимо применять для усреднения состава сточных вод с содержанием взвешенных веществ до 500 мг/л гидравлической крупностью до 10 мм/с при любом режиме их поступления.

Объем усреднителя $W_z, м^3$, при залповом сбросе следует рассчитывать по формулам:

$$W_z = \frac{1,3q_w t_z}{\ln \frac{K_{av}}{K_{av} - 1}} \quad \text{при } K_{av} \text{ до } 5; \quad (8.1)$$

$$W_z = 1,3q_w t_z K_{av} \quad \text{при } K_{av} = 5 \text{ и более,} \quad (8.2)$$

где q_w – расход сточных вод, м³/ч; t_z – длительность залпового сброса, ч; K_{av} – требуемый коэффициент усреднения, равный:

$$K_{av} = \frac{C_{max} - C_{mid}}{C_{adm} - C_{mid}}, \quad (8.3)$$

где C_{max} – концентрация загрязнений в залповом сбросе; C_{mid} – средняя концентрация загрязнений в сточных водах; C_{adm} – концентрация, допустимая по условиям работы последующих сооружений.

Объем усреднителя $W_{cir}, м^3$, при циклических колебаниях надлежит рассчитывать по формулам:

$$W_{cir} = 0,21q_w t_{cir} \sqrt{K_{av}^2 - 1} \quad \text{при } K_{av} \text{ до } 5; \quad (8.4)$$

$$W_{cir} = 1,3q_w t_{cir} K_{av} \quad \text{при } K_{av} = 5 \text{ и более,} \quad (8.5)$$

где t_{cir} – период цикла колебаний, ч; K_{av} – коэффициент усреднения, определяемый по формуле (8.3.).

При произвольных колебаниях объем усреднителя $W_{es}, м^3$, следует определять пошаговым расчетом (методом последовательного приближения) по формуле:

$$W_{es} = \frac{q_w (C_{en} - C_{ex}) \Delta t_{st}}{\Delta C_{ex}}, \quad (8.6)$$

где Δt_{st} – временной шаг расчета, принимаемый не более 1 ч; ΔC_{ex} – приращение концентрации на выходе усреднителя за текущий шаг расчета (может быть как положительным, так и отрицательным), г/м³.

Расчет следует начинать с неблагоприятных участков графика почасовых колебаний.

Если получающийся в результате расчета ряд C_{ex} не удовлетворяет технологическим требованиям (например, по максимальной величине C_{ex}), расчет следует повторить при увеличенном W_{es} . Начальную величину W_{es} необходимо назначать ориентировочно исходя из оценки общего характера колебаний C_{ex} . График колебаний на входе в усреднитель C_{en} должен приниматься фактический (по данному производству или аналогу) или по технологическому заданию.

Распределение сточных вод по площади усреднителя барботажного типа должно быть максимально равномерным с использованием системы каналов и подающих лотков с придонными отверстиями или треугольными водосливами при скорости течения в лотке не менее 0,4 м/с.

Барботирование следует осуществлять через перфорированные трубы, укладываемые строго горизонтально вдоль резервуара. При пристенном расположении барботеров расстояние от них до противоположной стены следует принимать 1-1,5 h , между барботерами – 2 - 3 h , при промежуточном расположении расстояние барботеров от стены 1-1,5 h , где h – глубина погружения барботера. При переменной глубине воды в усреднителе h следует принимать при максимальном уровне.

При расчете необходимо принимать:

- интенсивность барботирования при пристенных барботерах (создающих один циркуляционный поток) – 6 м³/ч на 1 м, промежуточных (создающих два циркуляционных потока) – 12 м³/ч на 1 м;
- интенсивность барботирования для предотвращения выпадения в осадок взвесей в пристенных барботерах – до 12 м³/ч на 1 м, в промежуточных – до 24 м³/ч на 1 м;
- перепад давления в отверстиях барботера – 1-4 кПа (0,1 - 0,4 м вод. ст.).

Усреднитель с механическим перемешиванием следует применять для усреднения состава сточных вод с содержанием взвешенных веществ свыше 500 мг/л при любом режиме их поступления. Подача осуществляется периферийным желобом равномерно по периметру усреднителя.

Объем усреднителя с механическим перемешиванием должен рассчитываться аналогично объему усреднителя барботажного типа.

Многоканальные усреднители с заданным распределением сточных вод по каналам надлежит применять для выравнивания залповых сбросов сточных вод с содержанием взвешенных веществ гидравлической крупностью до 5 мм/с при концентрации до 500 мг/л.

Объем W_{av} , м³, многоканальных усреднителей при залповых сбросах высококонцентрированных сточных вод следует рассчитывать по формуле:

$$W_{av} = \frac{q_w t_z K_{av}}{2}, \quad (8.7)$$

где q_w – расход сточных вод, м³/ч; t_z – длительность залпового сброса, ч; K_{av} – коэффициент усреднения.

Для снижения расчетных расходов сточных вод, поступающих на очистные сооружения, допускается устройство регулирующих резервуаров.

Регулирующие резервуары надлежит размещать после решеток и песколовков с подачей в них сточных вод через разделительную камеру, отделяющую расход, превышающий усредненный.

Конструкцию регулирующих резервуаров следует принимать аналогичной первичным отстойникам с соответствующими устройствами для удаления осадка и перекачкой осветленной воды на последующие сооружения для ее очистки в часы минимального притока.

Оптимальную величину зарегулированного расчетного расхода следует определять технико-экономическим расчетом, подбирая последовательно ряд значений коэффициентов неравномерности после регулирования K_{reg} , объемов регулирующего резервуара и объемов сооружений для очистки сточных вод и вспомогательных сооружений (воздуходувной и насосных станций и т. д.).

Подбор значений коэффициентов неравномерности после регулирования K_{reg} объемов регулирующего резервуара W_{reg} следует выполнять по соотношениям:

$$\gamma_{reg} = \frac{K_{reg}}{K_{gen}}; \quad (8.8)$$

$$\tau_{reg} = \frac{W_{reg}}{Q_{mid}}, \quad (8.9)$$

где K_{gen} – общий коэффициент неравномерности поступления сточных вод; Q_{mid} – среднечасовой расход сточных вод.

Зависимость между γ_{reg} и τ_{reg} допускается принимать по табл. 8.1.

Таблица 8.1

γ_{reg}	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,67	0,65
τ_{reg}	0	0,24	0,5	0,9	1,5	2,15	3,3	4,4

При необходимости усреднения расхода и концентрации сточных вод объем усреднителя и концентрацию загрязняющих веществ необходимо определять пошаговым расчетом.

Приращения объема водной массы ΔW , м³, и концентрации ΔC , г/м³, на текущем шаге расчета следует определять по формулам:

$$\Delta W = (q_{en} - q_{ex})\Delta t; \quad (8.10)$$

$$\Delta C = \frac{q_{en}(C_{en} - C_{ex})\Delta t}{W_{av}}, \quad (8.11)$$

где q_{en} , q_{ex} , C_{en} , C_{ex} – расходы сточных вод и концентрации загрязняющих веществ на предыдущем шаге расчета; W_{av} – объем усреднителя в момент расчета, м³.

8.2. Регулирующие сооружения дождевых сточных вод

В составе технологической схемы очистки дождевых сточных вод необходимо включить регулирующие сооружения. В качестве таких сооружений следует предусматривать усреднители.

Вероятностный характер выпадения атмосферных осадков и чрезвычайная нестационарность дождевого стока перед подачей на очистку требуют усреднения его расхода и состава.

С целью уменьшения размеров очистных сооружений и подачи на очистку наиболее загрязненной части стока в схемах отведения и очистки дождевых сточных вод следует предусматривать устройство разделительных камер и аккумулирующих (регулирующих) емкостей.

Разделение дождевых вод перед очистными сооружениями следует осуществлять на основе рекомендаций по расчету систем сбора, и отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий.

Одним из способов разделения заключается в аккумулировании и последующем отведении на очистку объёма дождевых вод, притекающих от начала стока до момента накопления в аккумулирующем (регулирующем) резервуаре определённого их объёма W_{oc} , рассчитываемого по формуле (8.7). Разделение стока производится в камере разделения, устраиваемой, как правило, во входной части аккумулирующего (регулирующего) резервуара или на трубопроводе непосредственно перед резервуаром. Опорожнение резервуара в участок сети за разделительной камерой (рис.8.1 схема 1) осуществляется насосом с небольшим постоянным расходом, не превышающим расход стока в сети после разделительной камеры.

По схеме регулирования 2 выходящий резервуар трубопровода переходит в донный лоток, отводящая способность которого должна быть равна отводящей способности выходящего трубопровода. При поступлении расхода, превышающего предельное значение, вода заполняет лоток и переливается в регулирующий резервуар.

По схеме регулирования 3 рис. 8.1 на самотечном коллекторе сети, как и в схеме 2, устанавливается разделительная камера, направляющая поток с превышающим расходом в регулирующий резервуар. Резервуар опорожняется по

трубопроводу малого диаметра в участок за разделительной камерой. Эта схема применяется довольно редко.

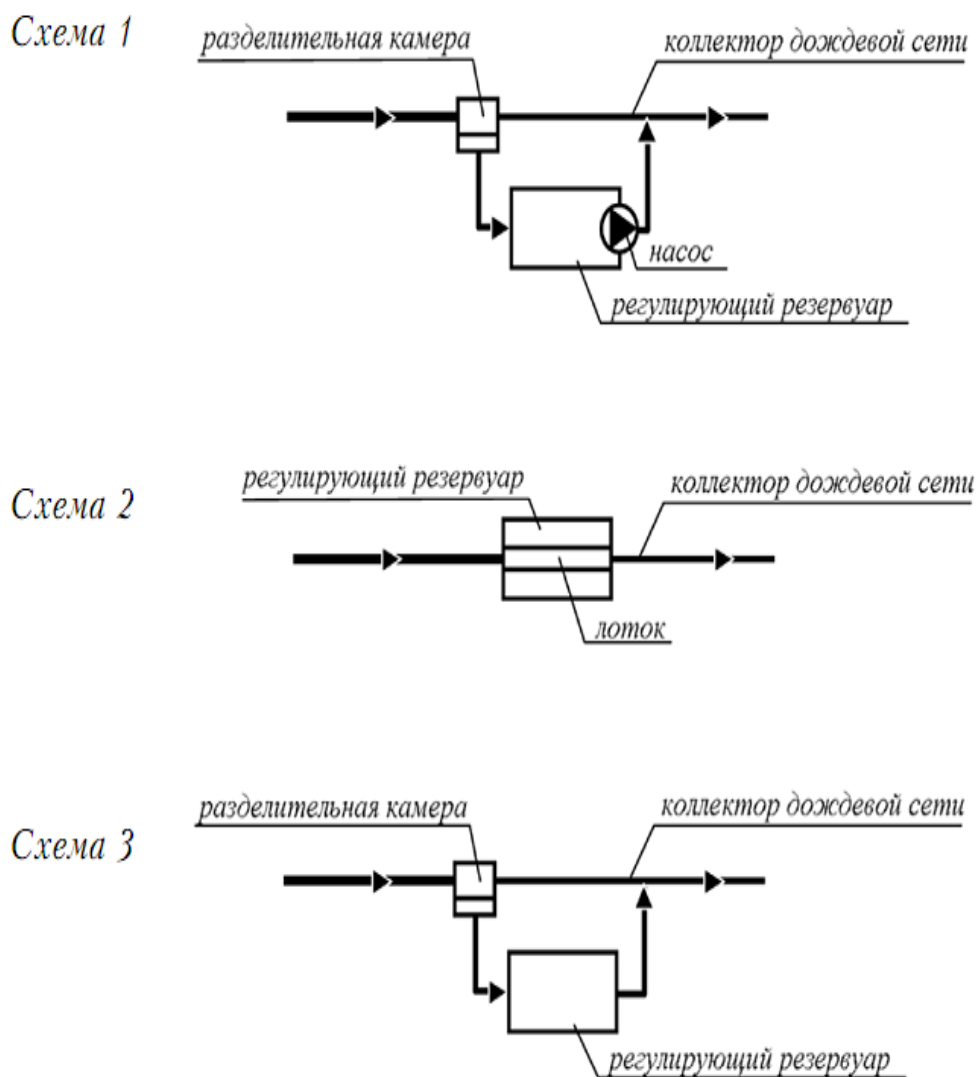


Рис. 8.1. Принципиальные схемы регулирования расходов дождевого стока в сети дождевой канализации

При выборе разделительных камер для регулирования дождевого стока по расходу следует отдавать предпочтение конструкциям, обеспечивающим отведение на очистку постоянного расхода $Q_{\text{рег.расх}}$ в широком диапазоне изменения расхода дождевых вод перед камерой Q_r . Этому условию в наибольшей степени удовлетворяют разделительные камеры типа донного слива и камеры с разделительной стенкой с отверстием.

Разделительные камеры для регулирования дождевого стока по объёму следует выполнять в виде гидрозатвора, препятствующего возможному поступлению плавающих загрязнений (в том числе, плёнки нефтепродуктов) в избыточный поток стоков, отводимых в водный объект без очистки.

Регулирование расхода поверхностного стока без сброса части его непосредственно в водоприёмник следует предусматривать за счёт устройства аккумулирующих (регулирующих) резервуаров, рассчитанных на приём стока в течение определённого периода (года, тёплого периода, месяца) или стока от дождя с максимальным расчётным слоем осадков.

Полезный (рабочий) объём аккумулирующего (регулирующего) резервуара для регулирования (в том числе, вторичного) дождевого стока и последующего отведения его на сооружения глубокой очистки должен составлять не менее объёма дождевого стока $W_{оч}$ от расчётного дождя. Следует учитывать необходимость создания дополнительного резерва объёма для накопления и временного хранения выделяемого из сточных вод осадка. Полный гидравлический объём аккумулирующего резервуара для приёма, усреднения и предварительной очистки загрязнённой части поверхностного стока следует принимать, в зависимости от конструктивных особенностей резервуара, как правило, на 10÷30% больше расчётной величины объёма стока от расчётного дождя. Одновременно производится проверочный расчёт из условия приёма в аккумулирующий резервуар суточного объёма талого стока, образующегося в период интенсивного снеготаяния $W_m^{max.сут.}$. К проектированию принимается наибольшая из двух величин.

Выбор конструкций аккумулирующего резервуара следует производить с учётом его назначения.

В том случае, если аккумулирующий резервуар используется преимущественно для регулирования расхода отводимых на очистку сточных вод, следует предусматривать специальные мероприятия по предотвращению оттаивания сточных вод (гидравлическое или пневматическое взмучивание).

В случае использования аккумулирующего резервуара не только для регулирования расхода сточных вод, но и для их предварительной механической очистки, следует предусматривать эффективные и надёжные технические решения для периодического сбора и удаления всплывающих веществ и оседающих механических примесей.

Для сбора и удаления всплывших нефтепродуктов следует использовать современные нефтесборные устройства адгезионного типа (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 приемков с уклоном стенок не менее 45°. Периодический забор осадка из иловых приемков в этом случае следует производить специальным автотранспортом.

В резервуарах значительного объёма иловые приемки следует устраивать в виде заглубленных относительно днища продольных лотков с поперечным

уклоном их дна и уклоном днища к прямкам не менее 0,05 и уклоном стенок прямков не менее 45°. Для удаления осадка с площади днища в прямки может быть использован гидросмыв.

Суммарный объём прямков определяется, исходя из возможного объема осадка при принятой периодичности его удаления.

Высота зоны отстаивания в резервуарах принимается в пределах 1,5÷4,0 м, высота свободной зоны над максимальным уровнем воды – не менее 0,5 м, высота буферной зоны над максимальным уровнем осадка – не менее 0,3÷0,5 м.

При наличии в составе очистных сооружений комплекса обезвоживания осадка допускается устройство плоского днища резервуара с уклоном к иловому прямку или ряду прямков не менее 0,05. Отведение свежевыделенного мало концентрированного осадка на обезвоживание производится в этом случае в конце каждого из периодов опорожнения аккумулирующего резервуара. Для повышения эффективности сбора осадка допускается использовать гидросмыв или пневматическое взмучивание. При значительных размерах аккумулирующего резервуара-отстойника периодическую очистку днища резервуара от тяжёлых механических примесей (песка) следует производить бульдозерами и погрузчиками, для чего необходимо предусматривать соответствующие пандусы и площадки перегрузки осадка.

9. УСТАНОВКИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Обеззараживание хозяйственно-бытовых и производственно-дождевых сточных вод следует производить после их очистки.

Обеззараживание очищенных хозяйственно-бытовых и производственно-дождевых сточных вод целесообразно производить ультрафиолетовым (УФ)-облучением. В отдельных случаях (при наличии ТЭО и согласования с надзорными органами) допускается обеззараживание сточных вод озон-воздушной смесью, а также гипохлоритом натрия, получаемым на месте в электролизерах или прямым электролизом сточных вод.

При обеззараживании сточных вод путем действия УФ-излучения для очистки и доочистки сточных вод могут быть использованы любые методы, позволяющие получить воду необходимого качества.

При обеззараживании сточных вод УФ-облучением к качеству воды, прошедшей очистку, предъявляются следующие требования:

Взвешенные вещества	Не более 10 мг/л
БПК ₅	Не более 10 мгО ₂ /л
ХПК	Не более 50 мгО ₂ /л
Число термотолерантных колиформных бактерий	Не более 5·10 ⁶ в 1 л
Колифаги	Не более 5·10 ⁴ БОЕ/л

В качестве источников УФ-излучения для обеззараживания сточных вод следует использовать газоразрядные лампы, имеющие в спектре своего излучения диапазон длин волн 205-315 нм. Существуют конструкции ламп, в спектре излучения которых содержится излучение с длиной волны менее 200 нм. В процессе работы последних в воздушной среде образуется озон.

Для обеззараживания сточных вод действием УФ-излучения следует применять: безнапорные установки с погруженными источниками излучения – для хозяйственно-бытовых сточных вод, и напорные установки – для производственно-дождевых сточных вод.

При выборе источника УФ-излучения для обеззараживания сточных вод следует учитывать, что максимум бактерицидного действия приходится на область 250-270 нм.

В установках обеззараживания сточных вод применяются лампы низкого и высокого давления, заполненные смесью паров ртути и инертных газов.

Лампы низкого давления имеют электрическую мощность 2 - 200 Вт и рабочую температуру 40 - 150 °С. В лампах этого типа около 30% электрической энергии преобразуется в бактерицидное излучение с длиной волны 254 нм. Срок службы ламп низкого давления составляет до 15000 ч.

Лампы высокого давления обладают широким спектром излучения, имеют мощность 50 - 10000 Вт при рабочей температуре 600 - 800 °С, но характеризуются, по сравнению с лампами низкого давления, более низким коэффициентом полезного действия в бактерицидном диапазоне (5 – 10% от потребляемой электрической энергии).

При использовании ламп других модификаций, обеспечивающих бактерицидное излучение необходимо уточнять надежность их эксплуатации у разработчиков поддокументам сертификации.

Установки УФ-обеззараживания должны обеспечивать равномерное распределение дозы облучения во всем объеме обеззараживаемой сточной воды. Равномерность облучения достигается за счет турбулентности потока вследствие высокой скорости воды в установках и конструкции установок, предусматривающей наличие специальных «выравнивающих» устройств.

При использовании УФ-облучения для обеззараживания сточных вод доза УФ-излучения определяется характером и качеством очистки сточных вод, но она должна быть не менее 30 мДж/см².

Контроль за дозой излучений должен производиться путем учета интенсивности бактерицидного излучения в камере обеззараживания, времени пребывания воды в ней и рассчитываться по формуле:

$$D = E \cdot t, (9.1)$$

где D – доза облучения, мДж/см²; E – минимальная интенсивность бактерицидного излучения; t – среднее время пребывания воды в камере обеззараживания, с.

Интенсивность бактерицидного излучения следует периодически измерять при помощи приборов с датчиками излучения соответствующего диапазона.

Среднее время пребывания сточной воды в камере обеззараживания следует рассчитывать по формуле:

$$t = \frac{SL}{278Q}, \quad (9.2)$$

где t – среднее время пребывания воды в камере обеззараживания, с; S – поперечное сечение камеры обеззараживания, см²; Q – расход воды, м³/ч; 278 – коэффициент пересчета размерности единиц.

Система технологического контроля за процессом эксплуатации УФ-установок должна включать контроль дозы УФ-излучения с учетом максимального расхода сточных вод, ресурса с учетом времени наработки УФ-ламп, исправности УФ-ламп (по индикатору исправности).

Регламентные работы должны проводиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации для конкретного типа УФ-установок и в обязательном порядке включать в себя своевременную очистку кварцевых чехлов и замену УФ-ламп после выработки своего ресурса или при их неисправности.

Проведение регламентных работ, регистрация неисправностей, включая замену ламп, должны фиксироваться в журнале эксплуатации УФ-установок.

Обеспеченность контроля за надежностью обеззараживания сточных вод с помощью УФ-установок следует оценивать по наличию резервных установок для обеззараживания сточных вод на период регламентных работ или аварийных ситуаций, а также других систем в соответствии с МУ 2.1.5.732-99.

При обеззараживании сточных вод в процессе эксплуатации УФ-установок контроль за соблюдением мероприятий по эксплуатации, хранению оборудования, а также по безопасности труда обслуживающего персонала должен выполняться согласно МУ 2.1.5.732-99.

Обработка сточных вод озоно-воздушной смесью позволяет получить наиболее высокую степень очистки и обезвредить спорообразующие бактерии и различные токсичные соединения. *Эффект озонифлотации не требует применения фильтров доочистки перед озонированием и снижает затраты на проведение доочистки.* Однако озонаторные установки промышленного типа имеют ограниченное применение из-за малой пропускной способности (10-50 л/ч), токсичности озона и низкой степени его использования (50-70%) в существующих конструкциях смесителей.

При применении в целях обеззараживания сточных вод *гипохлорита натрия* расчетную дозу активного хлора следует принимать, г/м³:

- после механохимической очистки при эффективности отстаивания свыше 70% и неполной биологической очистки - 5;
- после полной биологической, физико-химической и глубокой очистки - 3.

Дозу активного хлора надлежит уточнять в процессе эксплуатации, при этом содержание остаточного хлора в обеззараженной воде зависит от категории водоема-приемника очищенных сточных вод.

Хлорное хозяйство и электролизные установки на очистных сооружениях следует проектировать согласно СП 31.13330.2012. Установки прямого электролиза *при обосновании* допускается использовать после биологической или физико-химической очистки сточных вод.

Электрооборудование и шкаф управления следует располагать в отапливаемом помещении, которое допускается блокировать с другими помещениями очистных сооружений.

Для смешения сточной воды с гипохлоритом натрия следует применять смесители любого типа.

Продолжительность контакта гипохлорита натрия со сточной водой в резервуаре или отводящих лотках и трубопроводах надлежит принимать 30 мин.

Контактные резервуары необходимо проектировать *как первичные отстойники без скребков*; число резервуаров – не менее двух. Допускается предусматривать барботаж воды сжатым воздухом при интенсивности $0,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

При обеззараживании сточных вод после биологических прудов следует выделять отсек для контакта воды с гипохлоритом натрия.

Количество осадка, выпадающего в контактных резервуарах, следует принимать $0,5 \text{ дм}^3$ на 1 м^3 прошедшей очистки сточной воды, при влажности 98 %.

Библиографический список

МУ 2.1.5.1183-03. Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий: методические указания.

Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водное объекта. – М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. – 88 с.

СП 32.13330.2018 "СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения".

СП 31.13330.2012 "СНиП 2.04.02-84* "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения".

СП 43.13330.2012 "СНиП 2.09.03-85 "Сооружения промышленных предприятий".

СП 47.13330.2016 "СНиП 11-02-96 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения".

СП 116.13330.2016 "СНиП 22-02-2003 "Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения"

Будыкина, Т.А. Переработка осадков сточных вод: монография [Электронный ресурс] / Т.А. Будыкина.- М.: Креативная экономика, 2012. - 188 с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173518>)

Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов/ Ю.В. Воронов, С.В.Яковлев. – М.: Изд-во «Ассоциация строительных вузов», 2006. – 704 с.

Герасимов, Г.А. Технический справочник по обработке воды (в двух томах) Г.А.Герасимов. – СПб.: Новый журнал. Degremont. -2007. 1696 с.

Карманов, А.П. Технология очистки сточных вод [Электронный ресурс]: учеб. пособие: самост. учеб. электрон. изд./ А.П.Карманов, И.Н.Полина. – Сыктывкар: СЛИ, 2015. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>.

Чудновский, С.М. Улучшение качества природных вод: учеб. пособие/ С.М.Чудновский. –Вологда: ВоГУ, 2014. 182 с. Режим доступа: <http://emp.vogu35.ru/vse-materialy/send/261-metodmat/2765-20-03-02-kompleks-uluchkachesprirvodup>

Сайт для работы с нормативными документами: Федеральный центр нормирования <https://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-constuction/formulary-list/>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	10
1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ	12
1.1. Назначение очистных сооружений. Общие указания	12
1.2. Основные принципы выбора технологических схем очистки воды и систем канализации	13
1.3. Требования по обеззараживанию очищенных сточных вод	15
1.4. Требования к технологии обработки осадков сточных вод и к площадкам их временного размещения.....	16
1.5. Общие требования к размещению сооружений в различных природно-климатических условиях эксплуатации.....	18
1.6. Дополнительные требования к сооружениям в особых природно-климатических условиях.....	20
1.7. Предпроектные исследования и инженерные изыскания	24
2 . ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	26
2.1. Расчетные (фактические) расходы сточных вод производственных объектов.....	26
2.2. Проектный или фактический состав сточных вод.....	27
2.3. Условия отведения очищенных сточных.....	28
2.4. Требования к очищенным сточным водам при их повторном использовании для производственных нужд.....	29
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	31
3.1. Определение расходов хозяйственно-бытовых сточных вод по внутренним санитарно-техническим условиям зданий и сооружений	31
3.2. Определение расходов производственных сточных вод на основе отраслевых нормативов водопотребления.....	32
3.3. Определение расходов дождевых и талых вод, стекающих с территории предприятия (поверхностных сточных вод)	35
3.4. Определение расчетных объемов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку	37
3.5. Определение расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации	38
3.6. Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении на очистку и в водные объекты	38
4 . ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	41
4.1. Общие требования к материалам и конструкциям канализационных сетей.....	41
4.2. Расчет канализационных сетей.....	42
4.3. Общие требования к сооружениям на сетях.....	47

5.РАЗРАБОТКА СИСТЕМ И СХЕМ КАНАЛИЗОВАНИЯ.....	54
5.1. Системы канализации на промышленных площадках.....	54
5.2. Системы канализации промышленной площадки с резервуарным парком для хранения ГСМ.....	55
5.3. Системы канализации морских терминалов и нефтебаз.....	57
6. ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	58
6.1. Общие указания.....	58
6.2. Сооружения механической очистки сточных.....	59
6.3. Сооружения предварительной физико-химической очистки сточных вод.....	60
6.4. Сооружения биологической очистки сточных вод.....	60
6.5.Сооружения доочистки сточных вод.....	63
6.6. Сооружения обработки и обезвреживания осадков.....	64
7. ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	69
7.1. Общие указания.....	69
7.2. Сооружения для механической очистки сточных вод.....	69
7.3. Сооружения физико-механической очистки производственных сточных вод.....	70
7.4. Сооружения физико-химической очистки производственных и дождевых сточных вод. Реагентное хозяйство.....	71
7.5. Сооружения доочистки сточных вод.....	75
7.6. Сооружения обработки осадков.....	77
8. РЕГУЛИРУЮЩИЕ СООРУЖЕНИЯ.....	79
8.1. Регулирующие сооружения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод.....	79
8.2. Регулирующие сооружения дождевых сточных вод.....	83
9. УСТАНОВКИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	86
Библиографический список.....	90

Редактор и корректор Н.П. Новикова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2020 г., поз.21

Подп. к печати 12.11.2020. Формат 60×84/16. Бумага тип №1. Печать офсетная.
5,75 печ.л.; 5,75 уч. – изд. л. Тираж 40. экз. Изд. № 21. Цена «С». Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095, СПб.,
ул. Ивана Черных ,4.