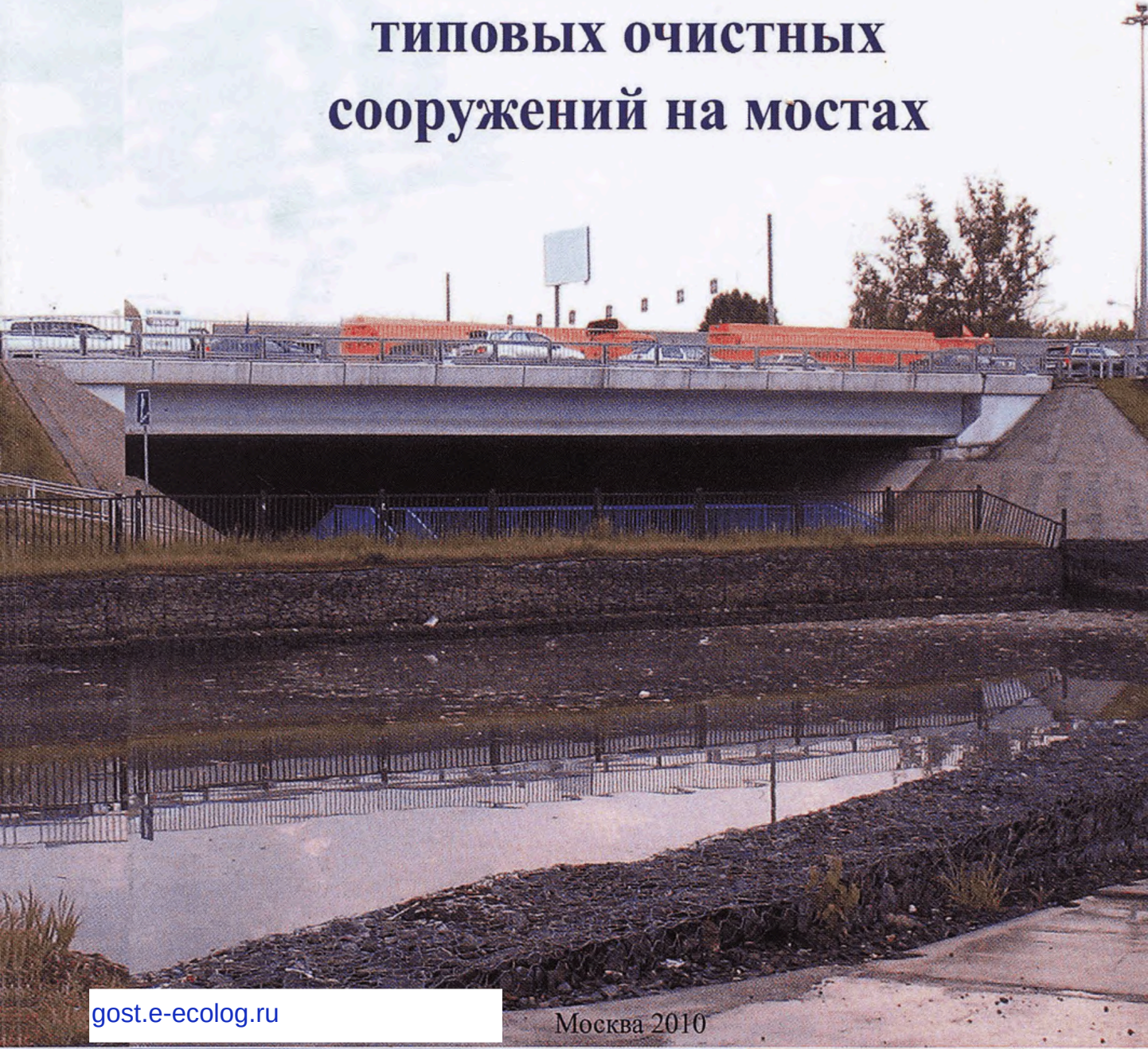
ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ДОРОГИ РОССИИ

АЛЬБОМ
типовых очистных сооружений на мостах



gost.e-ecolog.ru

Москва 2010

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

АЛЬБОМ
типовых очистных сооружений на мостах



Москва 2010

Оглавление

Введение 3
1. Определения, обозначения, сокращения 4
2. Объекты охраны окружающей среды. Общие положения . . . 7
3. Выбор конструкции очистных сооружений 9
4. Применяемые конструкции очистных сооружений на мостах 12
4.1 Пруды-отстойники каскадного типа 12
4.2 Очистные сооружения модульного типа сборные, подземного расположения 24
4.3 Очистные сооружения индивидуального проектирования из сборного и монолитного железобетона 36
4.4 Модульная станция глубокой очистки подземного расположения. 43
4.5 Модульная станция глубокой очистки наземного расположения 49
4.6 Очистные сооружения индивидуального проектирования кассетного типа 54
4.7 Комбинированный фильтрующий патрон для очистки ливнестоков 60
5. Экологические требования к очистным сооружениям. . . . 66
Список литературы. 69
Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов 70
Критерии выбора очистных сооружений 74
Рекомендации по содержанию и эксплуатации очистного сооружения 85
Пример расчета объема стока, отводимого на очистное сооружение 87

Введение

В соответствии с Подпрограммой «Автомобильные дороги» Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010 – 2015 годы)», к числу наиболее значимых социально-экономических последствий модернизации и развития сети автомобильных дорог федерального, регионального (межмуниципального) значения отнесено сокращение негативного влияния транспортно-дорожного комплекса, а именно автодорожных мостов, на окружающую среду.

Для решения этой задачи необходимо, при проектировании автодорожных мостов, предусматривать устройство очистных сооружений. Настоящий альбом разработан с целью передачи передового опыта строительства очистных сооружений на мостах в дорожной отрасли.

Представленные в альбоме семь типов очистных сооружений предназначены для отвода и очистки поверхностного стока с элементов мостовых сооружений с целью защиты водных объектов от загрязнений и соблюдения требований природоохранного законодательства.

По каждому типу очистного сооружения приводятся:

- область применения;
- принцип работы;
- характеристика очистного сооружения;
- состав очистного сооружения;
- преимущества;
- особые условия;
- технологическая схема;
- пример расположения очистного сооружения.

Материалы, изложенные в альбоме, представлены в виде технологических схем, рисунков, фотографий и пояснительного текстового материала.

1. Определения, обозначения, сокращения

Антропогенный фактор – непосредственное воздействие человека на среду обитания: изменение структуры земной поверхности, состава биосферы, круговорота и баланса.

БПК – биологическое потребление кислорода.

Водоотведение – любой сброс вод, в том числе сточных и (или) дренажных, в водные объекты.

Водоочистка – комплекс технологических процессов, имеющих целью довести качество воды, поступающей в водопроводную сеть из источников водоснабжения или сточных вод, до показателей, установленных нормами.

Водопользование – юридически обусловленная деятельность граждан и юридических лиц, связанная с использованием водных объектов.

Водопользователи – граждане, индивидуальные предприниматели, юридические лица, использующие водный объект для любых нужд (в т.ч. для сброса сточных вод).

Дренажная вода – вода, собираемая дренажными сооружениями и сбрасываемая в водные объекты.

Загрязняющее вещество – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ (в том числе радиоактивных), иных веществ и микроорганизмов нормативы, и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Зона рекреации водного объекта – водный объект или его участок с прилегающим к нему берегом, используемый для отдыха.

Зона санитарной охраны – территория и акватория, на которых устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников централизованного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения и охраны водопроводных сооружений.

Источник загрязнения вод – источник, вносящий в поверхностные или подземные воды загрязняющие вещества, микроорганизмы или тепло.

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

Коалесцентный модуль – модуль, используемый в коалесцентных фильтрах для очистки сточных вод от нефтепродуктов и представляющий собой единый блок, состоящий из множества параллельных пластин сложной формы, изготовленных из синтетического материала.

Компоненты природной среды – недра, земля, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир, иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

Контроль качества воды – проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям.

Ливневые сточные воды – сточные воды, образующиеся на поверхности земли в результате выпадения жидких и смешанных осадков.

Модуль – унифицированный узел аппаратуры или приспособление, выполняющее самостоятельную функцию (агрегат, блок).

Негативное воздействие на окружающую среду – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды.

Окружающая среда (ОС) – внешняя среда, в которой функционирует дорожная организация, включая воздух, воду, землю, природные ресурсы, растительный и животный мир, человека и их взаимодействие. Это совокупность компонентов природной среды: природных, природно-антропогенных и антропогенных объектов.

Отстойник – устройство для осаждения нерастворимых взвешенных частиц в сточных водах.

Охрана вод от загрязнения – система мер, направленных на предотвращение, ограничение и устранение последствий загрязнения.

Поверхностные сточные воды – сточные воды, образующиеся на поверхности земли за счет выпадения атмосферных осадков и полива территории.

Поливомоечные воды – сточные воды, образующиеся на поверхности земли за счет полива водосборной территории.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – максимальная концентрация вещества в воде, в которой вещество, при ежедневном поступлении в организм в течение всей жизни, не оказывает прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, а также не ухудшает гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимый сброс в водный объект (ПДС) – масса веществ или микроорганизмов в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени, с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе.

Примечание. Количественным критерием ПДС служат ПДК веществ; ПДС устанавливается в расчетном створе без учета ассимилирующей способности водного объекта.

Предотвращение загрязнения – использование процессов, практических методов, материалов или продукций, которые позволяют избегать загрязнения, уменьшать или бороться с ним и могут включать очистку, изменение технологического процесса механизма управления, эффективное использование ресурсов и замену материала.

СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества.

Сточные воды – воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с загрязненной территории.

Суммарный водосток – совокупность всех составляющих стока в русле водотока за какой-либо интервал времени.

Талые сточные воды – воды, образующиеся на поверхности земли за счет таяния выпавшего снега.

Техногенный фактор – влияние, оказываемое промышленной деятельностью на организмы, биогеоценоз, ландшафт, биосферу (в отличие от естественных или природных факторов).

Технологические сточные воды – сточные воды, образующиеся в результате работы техники.

ХПК – химическое потребление кислорода.

2. Объекты охраны окружающей среды. Общие положения

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения, а также иного негативного воздействия хозяйственной и прочей деятельности являются:

– земли, недра, почвы;

– поверхностные и подземные воды;

– леса и иная растительность, животные и другие организмы, а также их генетический фонд;

– атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, но обязан сохранять её и бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации. [1]

Федеральный закон об охране окружающей среды определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды (ОС), обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов, в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. [2]

Федеральный закон об охране окружающей среды регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду. Окружающая природная среда является основой жизни на Земле, включая континентальный шельф, относящийся к экономической зоне Российской Федерации.

Основными источниками загрязнения ОС на автодорожных мостах являются транспортные средства. Доля выбросов от сгорания топлива

автомобилей у различных субъектов РФ составляет от 60% до 90% всех выбросов, имеющихся в регионе. Значительное влияние на количество выбросов от сгорания топлива автомобилей оказывает техническое и эксплуатационное состояние мостовых сооружений, а также организация дорожного движения.

В последние годы, вследствие резкого увеличения интенсивности движения автотранспорта на дорогах и мостах, увеличилось количество твердых отходов, выбрасываемых в придорожную полосу, наносящих вред окружающей среде и загрязняющих ливнестоки. Кроме этого, значительный ущерб придорожной полосе наносится в результате попадания в поверхностные стоки и атмосферный воздух продуктов износа автомобильных шин, тормозных колодок, деталей автомобильного транспорта, смазочных и охлаждающих жидкостей.

Строительство, реконструкция, эксплуатация дорожных мостовых сооружений сопряжены также с возможностью активизации неблагоприятных природных процессов: водной эрозии, заболачивания местности, образования селевых потоков, изменения поверхностного стока и движения грунтовых вод. Применение противогололедных материалов для борьбы с зимней скользкостью на проезжей части мостов, приводит к загрязнению почв и водных объектов в пределах придорожной зоны.

При решении задачи охраны ОС необходимо свести к минимуму негативное воздействие мостов, на поверхности которых от проезжающего транспорта образуется значительное количество загрязняющих веществ, попадающих в ливнестоки.

Вся система мероприятий, направленных на охрану, сохранение и восстановление водных объектов, должна осуществляться с соблюдением Водного кодекса Российской Федерации, принятого Государственной Думой 12 апреля 2006 года. [3]

3. Выбор конструкции очистных сооружений

Водоотвод и очистка поверхностных стоков с автодорожных мостов выполняется с целью защиты водных объектов от загрязнений.

Водоотвод с моста осуществляется через специальные водоотводные устройства (трубки, решетки, воронки) [5,6,8].

Систему организации поверхностного водоотвода с мостов выбирают индивидуально, применительно к их конструктивным особенностям.

Отвод воды с поверхности автодорожных мостов осуществляется либо вдоль тротуаров с выводом воды в водосбросные лотки, расположенные на откосах конусов, либо устройством выпусков с проезжей части в водоотводные трубки.

Для больших мостов, со значительной шириной проезжей части, отвод воды осуществляется в водоотводные трубки или через отверстия в бордюрных или тротуарных блоках.

Для обеспечения отвода воды с проезжей части, мосты и путепроводы следует располагать на уклоне – не менее 5‰

Поперечный уклон проезжей части должен быть не менее 20‰.

Для отвода поверхностного стока с автодорожного моста, подходов к мостовому переходу (а/д мосты населенного пункта) в ливневую канализацию, устраиваются дождеприемные колодцы, которые применяются в лотках проезжей части в соответствии с вертикальной планировкой. Решетки дождеприёмных колодцев устанавливаются на 1-3 см ниже верха асфальтового покрытия.

Дождеприёмные решётки, установленные на дождеприёмных колодцах, являются эффективным средством для сбора крупного мусора.

Дождеприемники с отверстием в бордюрном камне применяются относительно редко, т.к. пропускная способность отверстия бордюрного камня много ниже (до 10 раз) пропускной способности решетки. Это объясняется тем, что ширина потока, принимаемая отверстием, очень незначительна, поэтому устройство приемных отверстий дождеприемника в бордюрном камне является неэффективным.

Сбор всего объема вод поверхностного стока с проезжей части моста и направление его на очистные сооружения осуществляется с использованием следующих принципиальных конструктивных решений:

1. При использовании водоотводных трубок:

• отвод воды с тротуаров в сторону проезжей части за счет поперечного уклона;

• применение системы коллекторов (лотков) в пределах высоты балок пролетного строения для отвода воды за пределы моста.

2. При поперечном сплошном (через пониженные тротуары) отводе или через отверстия в бордюрном камне – применение навесных лотков по краям плиты проезжей части крайних балок.

3. При продольном отводе воды лотками вдоль бордюра, сбор воды с тротуаров производится по аналогии с п.1, а за пределами моста направление объема вод, собранного для последующего выведения на очистные сооружения, осуществляется открытыми лотками, либо закрытой системой коллекторов, располагаемых в теле насыпи подходов.

На подходах к мостам, следует предусматривать устройство системы поверхностного водоотвода открытого или закрытого типа, с организацией сбора вод поверхностного стока по участкам, согласуясь с ситуационными условиями и профилем трассы, с последующим направлением их на очистные сооружения. Обочины подходов к мостам должны быть укреплены и отпрофилированы.

Собранный поверхностный сток с мостовых сооружений и подходов к ним подается в очистные сооружения.

Критерии, которым должны отвечать очистные сооружения, учитывая условия, в которых находятся и работают эти сооружения, а также специфику состава и объема поверхностных сточных вод с мостовых сооружений следующие:

1. высокая эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ и снижение БПК;

2. отсутствие отрицательного воздействия на здоровье человека и окружающую среду;

3. возможность работы при отрицательных температурах, характерных для региона;

4. материальные и временные затраты на возведение и эксплуатацию должны быть, по возможности, минимальны;

5. долговечность со сроком службы не менее срока службы моста.

Применяемые очистные сооружения подразделяются на:

• пруды-отстойники (в.т.ч. каскадного типа);

- модульные станции глубокой очистки;
- очистные сооружения индивидуального проектирования из сборного и монолитного железобетона;
- очистные сооружения типа – фильтрующий патрон.

Кроме того, по расположению очистные сооружения делятся на:
- очистные сооружения наземного расположения;
- очистные сооружения подземного расположения;
- очистные сооружения наземно-подземного расположения;

Типы очистных сооружений для мостов на автомобильных дорогах представлены на схеме (*рис.3.1 на стр. 14*).

Для автодорожных мостов на дорогах низких категорий, вдали от населенных пунктов, когда объемы стока небольшие, необходимо стараться проектировать простейшие очистные сооружения, такие как пруды-отстойники, рассеивающие выпуски. Там, где этих сооружений недостаточно, следует проектировать и строить сооружения, имеющие в своем составе камеры для грубого улавливания взвешенных частиц, нефтепродуктов и камеры с кассетами, содержащими сорбенты и выполняющие более тонкую очистку ливневых стоков.

В настоящее время на автодорожных мостах, по большей части, строятся очистные сооружения индивидуального проектирования из сборного и монолитного железобетона. Это вызвано тем, что в дорожной отрасли отсутствуют конкретные требования к очистным сооружениям, и они проектируются и строятся по типу, используемому для промышленных предприятий.

В связи с ужесточением экологических требований и выходом новых природоохранных документов, к которым относится и Водный Кодекс РФ (редакция 2006 года), часть фирм, занимающихся проектированием и строительством очистных сооружений, используя опыт западных стран, начали проектировать и строить очистные сооружения модульного типа, которые полностью комплектуются и изготавливаются в заводских условиях.

Область применения таких очистных сооружений включает в себя и очистку загрязненных ливневых стоков с проезжей части мостов, и подходов к ним.

4. Применяемые конструкции очистных сооружений на мостах

4.1 Пруды-отстойники каскадного типа

Область применения

Пруды-отстойники каскадного типа предназначены для очистки ливневых поверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения и применяются на мостах автомобильных дорог, как высоких технических категорий, так и низких.

На дорогах низких категорий большей частью применяются пруды–отстойники, состоящие из 1 или 2-х каскадов (*рис. 4.1.1- 4.1.2*).

На дорогах высоких технических категорий следует проектировать каскад отстойников, состоящий из 4-х и более камер (*рис. 4.1.3*).

Описание конструкции

В соответствии со схемой водоотведения, поверхностный сток поступает в отстойник, где происходит осаждение взвешенных веществ. Положение уровня воды определяется конструкцией фильтрующей камеры с зернистой загрузкой и абсолютной отметкой лотка водопроводящей трубы.

Поступающая из отстойника осветленная вода фильтруется через камеру с зернистой загрузкой, проходя дополнительную очистку от взвешенных веществ и нефтепродуктов. Фильтрующая камера состоит из двух рядов габионов, между которыми засыпан щебень и крупнозернистый песок. Из камеры с зернистой загрузкой сток поступает на биоплато. Биоплато представляет собой искусственный водоем, ограниченный по периметру стенками габионов и засаженный высшими водными растениями (макрофитами). Благодаря совместному действию сообщества растений и микроорганизмов, населяющих биоплато, происходит доочистка стока от нефтепродуктов и тяжелых металлов.

После биоплато сток попадает в фильтрующую камеру с сорбентом. Камера с сорбентом состоит из двух рядов габионов, между которы-

ми засыпан сорбент. При прохождении стока через сорбент происходит окончательная доочистка от взвешенных веществ и нефтепродуктов, что особенно важно в зимне-весенний период, когда активность биоплато уменьшается. Очищенный сток, в виде рассредоточенного потока, стекает в водоотводящий лоток из матрасов «Рено», представляющих собой сетчатую конструкцию из проволоки двойного кручения с шестигранными ячейками, выполняющих функцию габионных очистных фильтрующих элементов. Матрасы «Рено» разделяются внутренними диафрагмами (как правило, через метр), для обеспечения жесткости сетчатой конструкции и заполняются камнями, образуя монолитную систему.

После строительства таких очистных сооружений в течение года, необходимо проводить за ними наблюдения, по результатам которых уточняется регламент эксплуатационных работ.

Характеристика очистных сооружений

Пруды-отстойники каскадного типа применяются на мостовых сооружениях, где имеются достаточные площади для устройства таких очистных сооружений. Рельеф местности, где располагаются очистные сооружения, должен иметь перепад высот, достаточный для движения очищаемых вод самотеком.

Производительность установки – 10,0-20,0 л/с.

Среднечасовой расход стоков – 36-72 м3/ч.

Расположение очистных сооружений – наземное.

Метод фильтрации – безнапорный.

Сброс очищенного стока – в водоем рыбохозяйственного значения, либо на рельеф.

Стенки отстойника и биоплато очистных сооружений выполнены из габионов. Степень очистки в системах соответствует нормам СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [7].

Состав очистного сооружения

Пруды-отстойники каскадного типа состоят из:

- решеток, на которых задерживаются крупные загрязняющие вещества (бумага, пакеты, банки, бутылки и т.д.);
- камер оседания взвешенных и иловых частиц, поступающих со стекающей по кювету водой;
- биокамер с макрофитами (рогоз, рдесты, элодея и т.д.), а также с такими биологическими составляющими, как олигохет, личинки хирономид и другие организмы;

Типы очистных сооружений для мостов автомобильных дорог



Рис. 3.1.

Технологические схемы прудов-отстойников каскадного типа из одного и двух каскадов

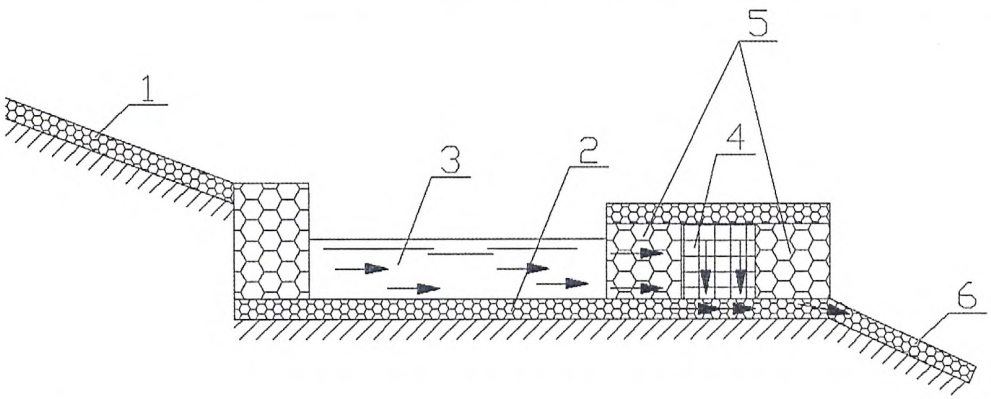


Рис. 4.1.1.

1 – водосточный коллектор;
2 – отстойная камера;
3 – секция грубой очистки;
4 – дополнительная фильтровальная камера;
5 – вертикальные стенки дополнительных фильтровальных камер;
6 – отводящий коллектор;
7 – глубоководный бассейн;
8 – фильтрующая дамба;
9 – фильтровальная камера

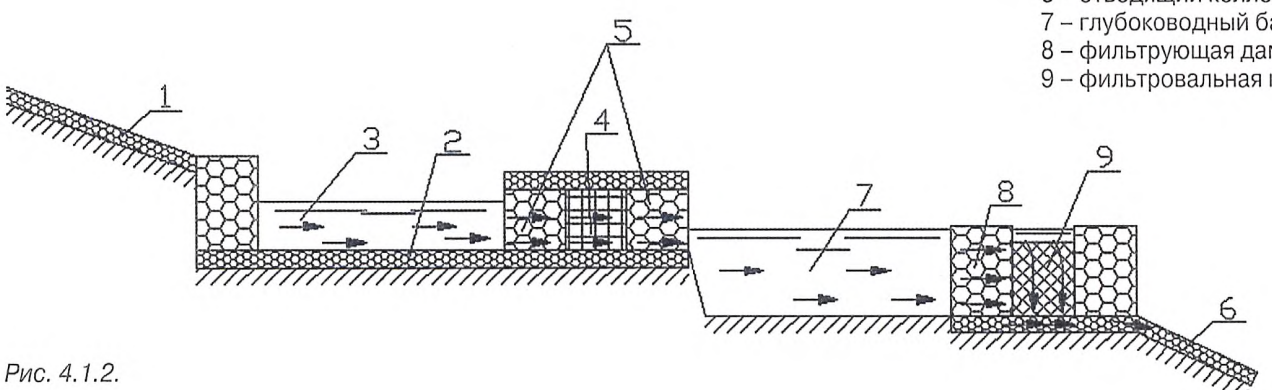
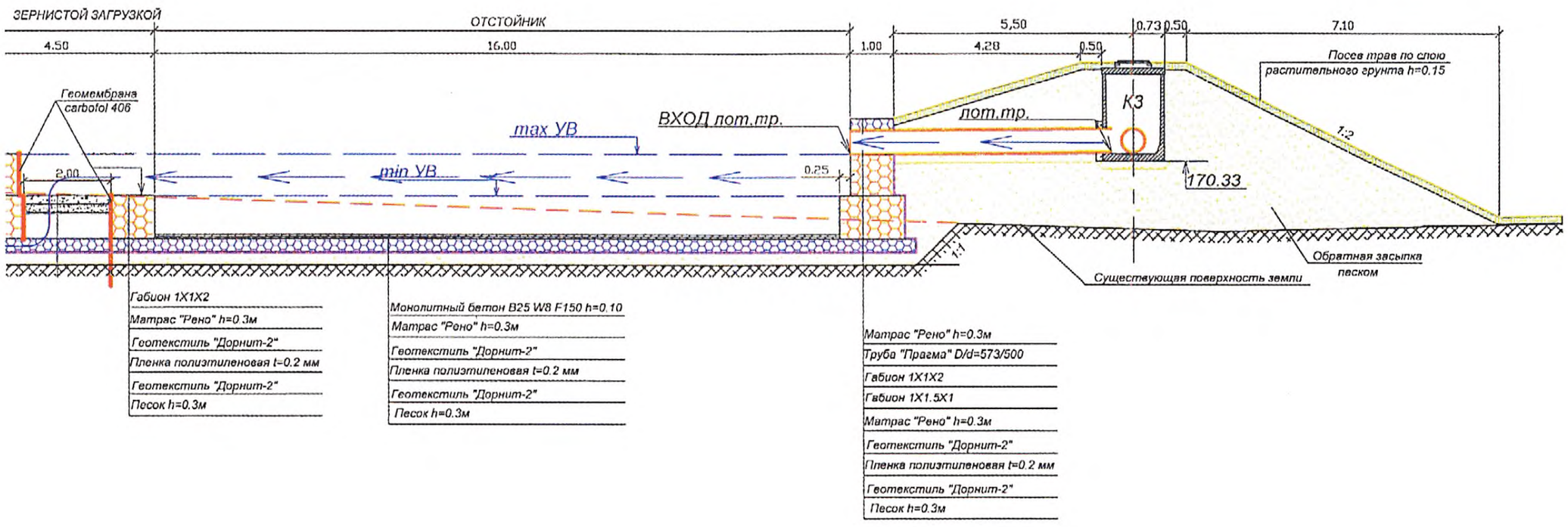


Рис. 4.1.2.

Пример технологической схемы пруда-отстойника каскадного типа *(стр. 16 – 17)*

М 1:100

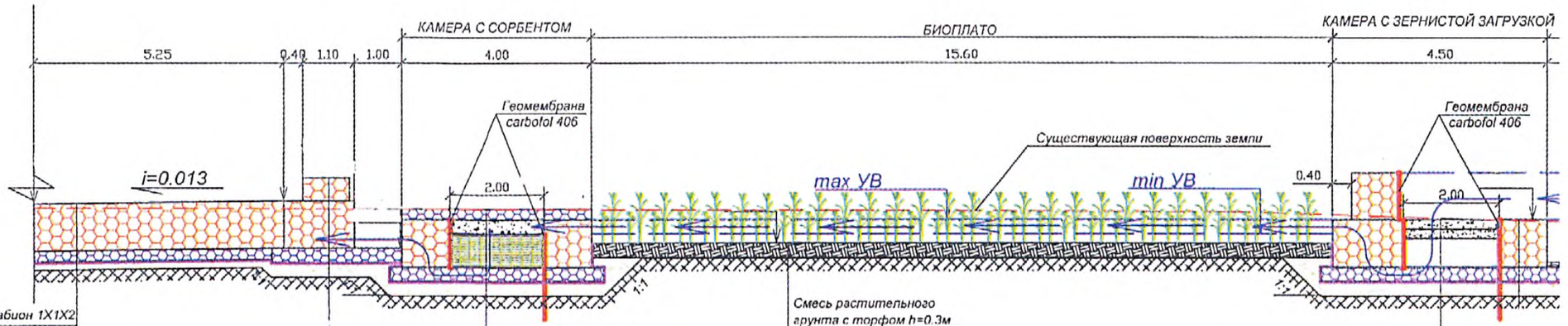


Направление движения воды

Рис. 4.1.3.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

М 1:100



Габион 1Х1Х2
Матрас "Рено" h=0.23м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Пленка полиэтиленовая t=0.2 мм
Геотекстиль "Дорнит-2"
Песок h=0.15м

Габион Джамбо 0.5х1х2
Габион 1Х1.5Х1
Матрас "Рено" h=0.23м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Пленка полиэтиленовая t=0.2 мм
Геотекстиль "Дорнит-2"
Песок h=0.15м

Матрас "Рено" h=0.23м
Щебень фр 20-40мм h=0.3м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Сорбент С-Верад h=0.7м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Матрас "Рено" h=0.3м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Пленка полиэтиленовая t=0.2 мм
Геотекстиль "Дорнит-2"
Песок h=0.3м

Щебень фр. 20-40 h=0.2 м
Щебень кварцитовый фр. 4-6 мм h=0.2м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Крупнозернистый песок h=0.6 м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Матрас "Рено" h=0.3м
Геотекстиль "Дорнит-2"
Пленка полиэтиленовая t=0.2 мм
Геотекстиль "Дорнит-2"
Песок h=0.3м

Направление движения воды

Рис. 4.1.3.

• камер с сорбентами, удаляющими нефтепродукты и другие инородные вещества, в которые входят кассеты с углесодержащими и цеолитовыми сорбентами, заменяемыми механизированным способом.

В подобных очистных сооружениях, для укрепления стенок каскада отстойников, применяются габионные конструкции. Коробчатые габионные конструкции представляют собой металлические сетки двойного кручения, заполненные камнем, которые аккумулируют в себе частицы грунта, способствуют росту растительности, и со временем приобретают еще большую прочность. Выполняя защитно-укрепительные функции, габионные конструкции способны использоваться в качестве обратного фильтра.

На рисунках и фотографиях (*4.1.4 – 4.1.8*) представлены расположение и внешний вид очистных сооружений каскадного типа.

Преимущества:

• не требует строительства специальных зданий и применения дорогостоящего оборудования;

• сооружение предназначено для эксплуатации в различных климатических условиях;

• удаляет более 95% загрязнений;

• срок службы не менее 30 лет;

• эффективно работает при залповых выбросах нефтепродуктов;

• отсутствует перекачивающее оборудование;

• возможна очистка практически любого объема стока;

Особые условия:

• требуются значительные площади для размещения прудов-отстойников;

• уклон рельефа местности должен быть достаточным для стекания очищаемых вод самотеком.

Пример расположения очистного сооружения

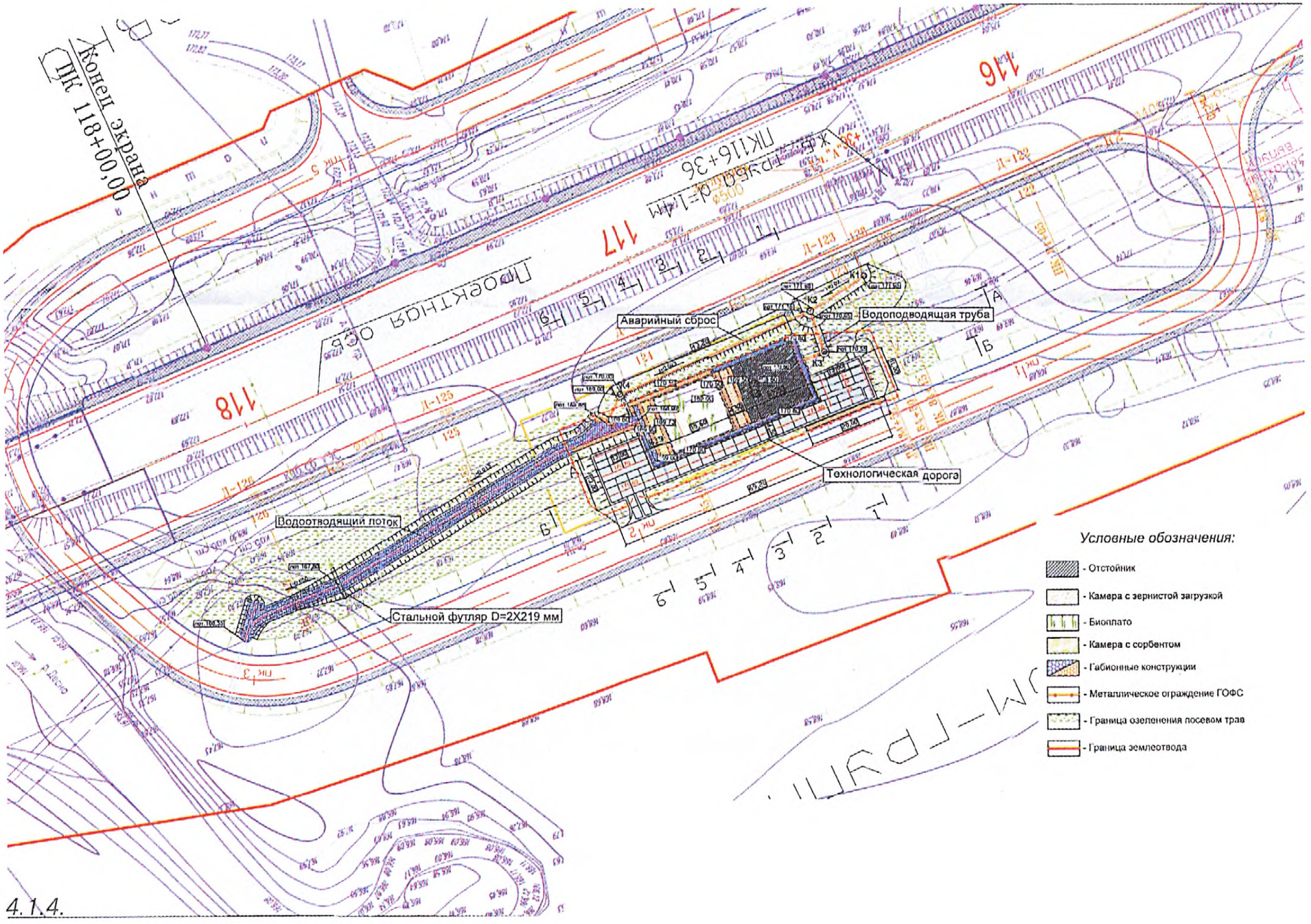


Рис. 4.1.4.



Рис. 4.1.5. Очистное сооружение каскадного типа с использованием габионов (вид сбоку)



Рис. 4.1.6. Очистное сооружение каскадного типа с использованием габионов (вид сверху)

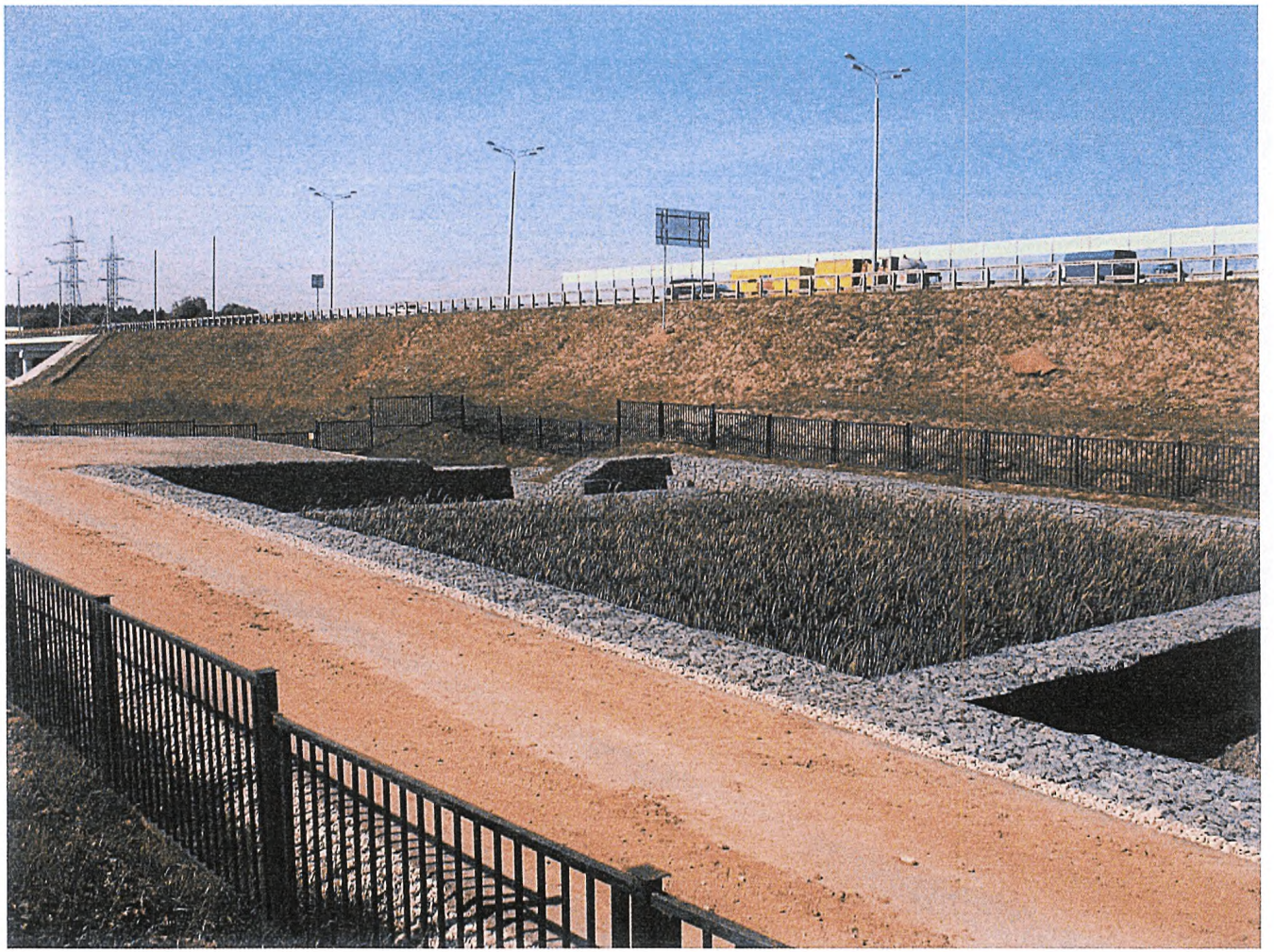


Рис. 4.1.7. Очистное сооружение каскадного типа с использованием габионов



Рис. 4.1.8. Очистное сооружение (пруд-отстойник каскадного типа)

4.2 Очистные сооружения модульного типа сборные, подземного расположения

Область применения

Очистные сооружения предназначены для очистки ливнево-поверхностных сточных вод до норм рыбохозяйственного значения.

В зависимости от мест образования, производительности и требований к степени очистки, в технологических схемах очистки сточных вод используются комбинации отдельных очистных сооружений. Для очистки нефтесодержащих сточных вод характерны семь технологических схем, приведенных на (*рис. 4.2.1*).

Ограничительные условия использования вариантов технологических схем очистки нефтесодержащих ливневых сточных вод систематизированы в *табл.4.2.1*.

Принцип работы

Основной особенностью таких очистных сооружений является высокая эксплуатационная готовность модулей, собранных в условиях стационарного производства и возможность проектирования нескольких параллельных линий очистки, в зависимости от объемов стока и концентрации загрязняющих веществ в сбрасываемых стоках. Размещение и общий вид таких очистных сооружений показаны на *рис.4.2.8* и *4.2.9*.

Работа очистных сооружений модульного типа основана на использовании механических и физико-химических методов очистки сточных вод. Механические методы предназначены для выделения из воды дисперсных примесей. Примеси с плотностью большей, чем плотность воды осаждаются, а нефтепродукты и другие вещества с меньшей плотностью, всплывают [11].

В очистных сооружениях применяются такие способы механической очистки, как отстаивание в слое большой высоты и тонкослойное отстаивание с коалесцентным эффектом. Коалесцентный эффект проявляется в укрупнении частиц нефтепродуктов, закрепляющихся на гидрофобных (плохо смачиваемых водой) поверхностях, с последующим отрывом ук-

рупняющихся частиц потоком жидкости и всплыванием, с образованием слоя отделившихся нефтепродуктов на поверхности.

В качестве физико-химического метода очистки сточных вод в очистных сооружениях применяется метод адсорбции. При адсорбции нефтепродукты, находящиеся в тонкоэмульгированном и растворенном состояниях, поглощаются поверхностью твердого сорбента (активированного угля). В очистных сооружениях используется способ адсорбции в динамических условиях, когда жидкость перемещается относительно неподвижного слоя сорбента, загруженного в фильтр.

Способ отстаивания в свободном объеме, с уменьшением скорости поступающего потока сточных вод и последующим процеживанием через сетчатый фильтр, используется в каналах и песколовках.

Способ отстаивания в тонкослойных блоках с коалесцентным эффектом используется в нефтеотделителях с коалесцентными модулями.

Способ адсорбции в динамических условиях используется в блоке доочистки с сорбционным фильтром.

При накопительной схеме очистки перед очистными сооружениями устанавливается аккумулирующая емкость, предназначенная для накопления сточных вод, с последующей перекачкой их на очистные сооружения в течение расчетного времени. В качестве аккумулирующей емкости следует использовать песко-илоотделитель, в котором для расхода сточных вод необходимо предусматривать аварийный сброс, превышающий расчетный, а также возможность периодической очистки емкости.

При проточной системе очистки, перед очистными сооружениями рекомендуется устанавливать колодец, который подает на очистку расчетный сток, а условно чистые стоки сбрасываются по обводной трубе

Характеристика очистного сооружения

Очистное сооружение модульного типа сборное подземного расположения предназначено для очистки поверхностно-ливневых вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Производительность в зависимости от варианта сборки установки – от 2,0 до 20,0 и более л/с.

Среднечасовой расход стоков – 7-70 и более м3/ч.

Расположение очистных сооружений – подземное.

Метод фильтрации – безнапорный.

Возможность проектирования параллельных линий очистки.

Многовариантность проектирования очистного сооружения на основе типовых установок, в зависимости от решаемых задач.

Сброс очищенного стока производится либо в водоем рыбохозяйственного значения, либо на рельеф.

Материал корпуса – армированное стекловолокно. Степень очистки в системах соответствует нормам СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [7].

Описание конструкции

Очистное сооружение модульного типа сборное, подземного расположения для очистки сточных вод, может быть укомплектовано следующим оборудованием: канал для сбора воды, песколовка, песко-илоотделитель, нефтеотделитель с коалесцентными модулями различных типов, колодец для отбора проб, блок доочистки с сорбционным фильтром и регулирующим колодцем.

Канал для сбора воды предназначен для сбора и предотвращения замерзания поверхностных сточных вод в местах их образования.

Песколовка служит для предварительного улавливания из сточных вод гравия (с размером частиц более 2 мм) и крупного песка (с размером частиц 0,6 – 2,0 мм).

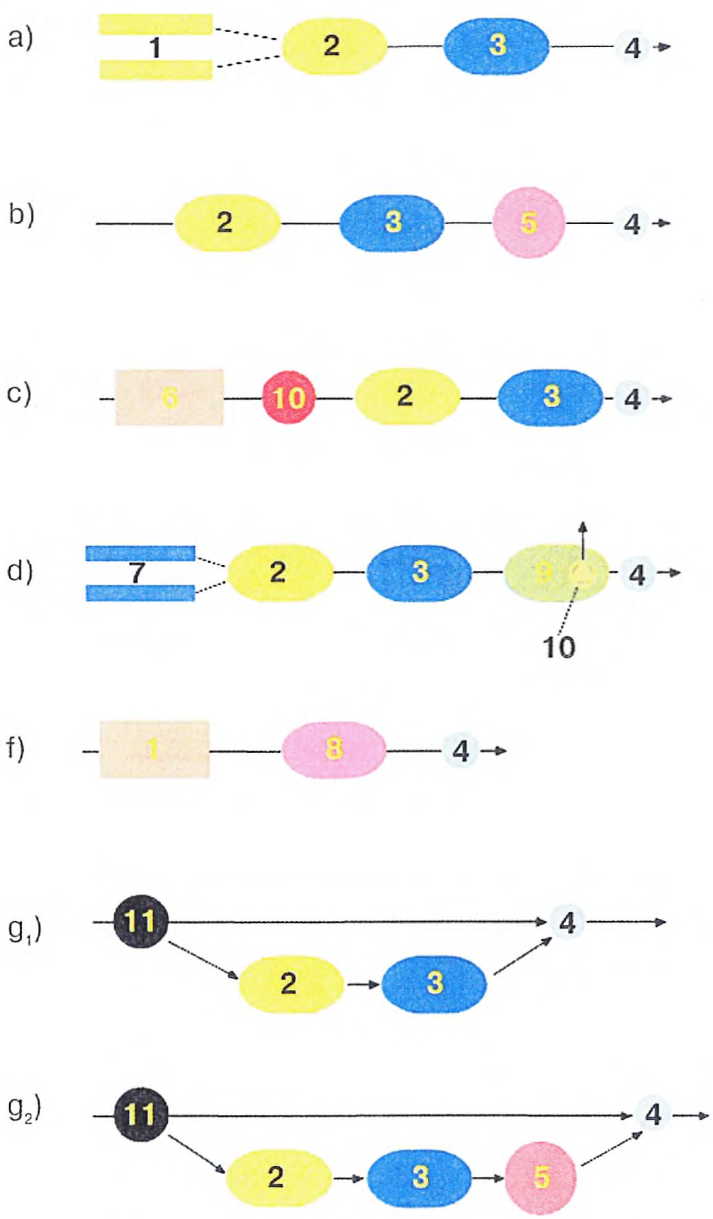
Таблица 4.2.1

Варианты использования технологических схем очистки сточных вод

Обозначение технологической схемы на *рис. 4.2.1*	Производительность сооружений, л/с	Примечания
1	2	3
a	3 – 150	Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде до 0,3 мг/л
b	3 – 50	Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде до 0,05 мг/л
c	3 – 150	Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде до 0,3 мг/л
d	3 – 150	Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде до 0,3 мг/л
$e_{(1,2)}$	30 – 450	Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде до 0,3 – 0,05 мг/л

Кроме того, очистные сооружения модульного типа, в зависимости от объема стока, могут собираться из двух, трех и более линий, что значительно повышает их производительность. Принципиальная технологическая схема очистки загрязненных стоков с использованием нескольких линий приведена на *рис.4.2.2*

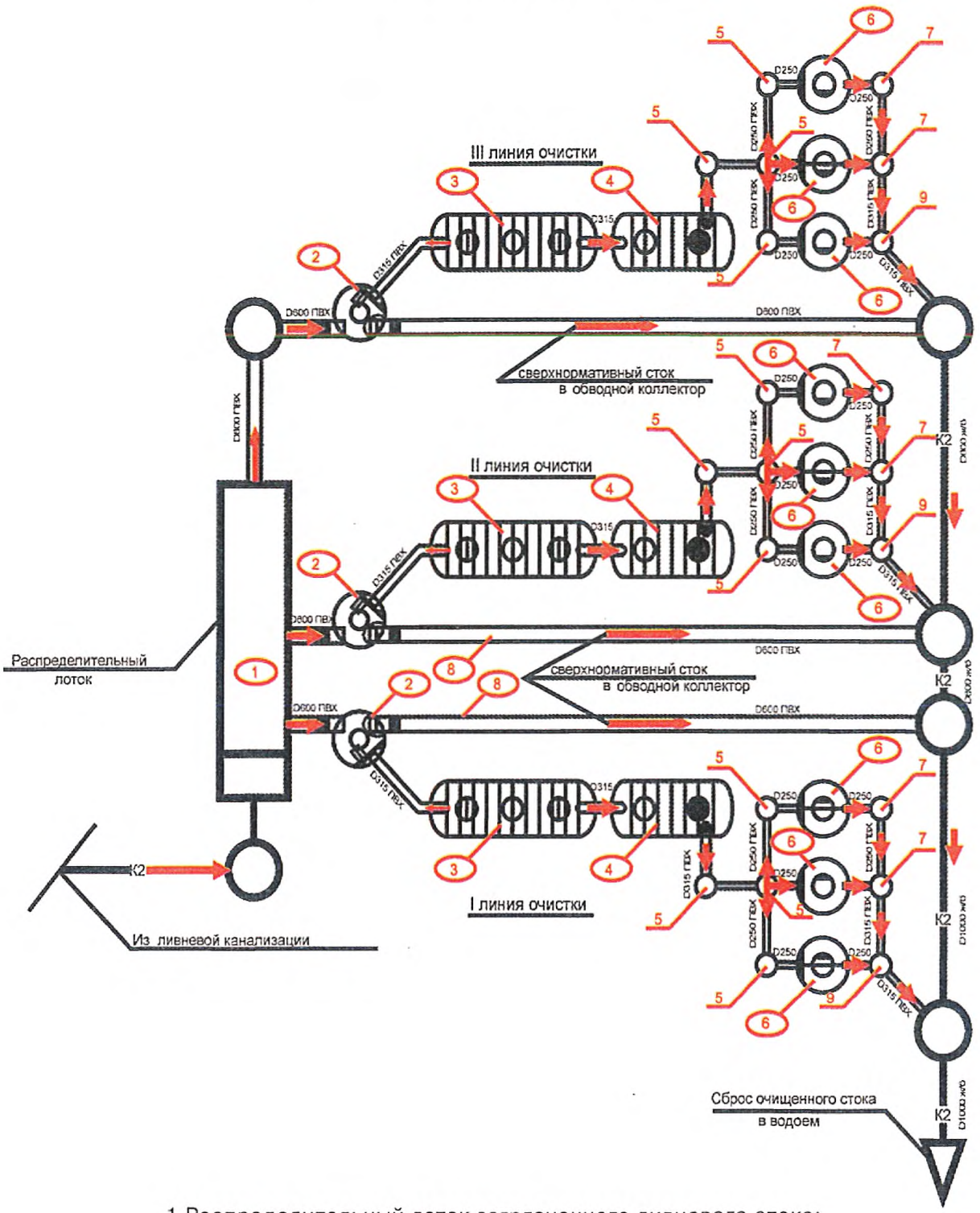
Технологическая схема очистных сооружений
модульного типа подземного расположения



1. Песколовка; 2. песко-илоотделитель; 3. нефтеотделитель с коалесцирующими модулями; 4. колодец для отбора проб; 5. блок доочистки с сорбционным фильтром; 6. аккумулирующая емкость; 7. каналы для сбора воды; 8. сборный резервуар очищенной воды; 9. насосная станция (или насос); 10. колодец ; 11. колодец для регулирования потока

Рис. 4.2.1. Принципиальные технологические схемы с использованием очистных сооружений

Принципиальная технологическая схема очистки загрязненных стоков с использованием нескольких линий



1.Распределительный лоток загрязненного ливневого стока; 2.распределительный колодец; 3.пескоотделитель; 4.масло-бензоотделитель; 5,7,9 колодец; 6. блок доочистки; 8. обводные линии сверхнормативного условно чистого стока.

Рис. 4.2.2.

Песко-илоотделитель предназначен для отделения песка (крупностью от 0,15 – 0,2 мм и более) и взвешенных веществ (крупностью от 0,05 мм и более) из производственных и поверхностных сточных вод.

Нефтеотделитель с коалесцентным модулем предназначен для выделения из поверхностных сточных вод нефтепродуктов в капельном и эмульгированном состояниях (крупностью более 10 мкм), а также взвешенных веществ.

Блок доочистки – это сорбционный фильтр, который служит для удаления из производственных и поверхностных сточных вод нефтепродуктов в растворенном состоянии (крупностью менее 5-10 мкм) и тонкодисперсных взвешенных веществ.

Колодец для отбора проб предназначен для взятия проб воды с целью проведения анализов и отключения сброса воды в канализацию или открытый водоем.

Колодец для регулирования потока предназначен для подачи загрязненного стока на очистные сооружения и отвода условно чистых стоков на сброс через колодец для отбора проб.

Преимуществом модулей является и то, что они самоочищающиеся. При протекании вода создает вибрацию, т.е. модули вибрируют и тем самым способствуют всплытию частиц масла и оседанию частиц взвешенных веществ.

Масло-бензоотделитель снабжен датчиком-сигнализатором, который контролирует толщину слоя всплывшего масла и бензина. При достижении предельного объема масла включается сигнализация, позволяющая вовремя производить опорожнение отделителя.

Использование в комплексной системе очистки поверхностных сточных вод пескоотделителя, масло-бензоотделителя и сорбционного блока позволяет:

- обеспечить высокую степень очистки на всем протяжении периода эксплуатации;
- эксплуатировать очистные сооружения без замены сорбционной загрузки более 3-х лет.

Перед сбросом очищенной воды в канализацию или на рельеф устанавливается колодец для отбора проб, оснащенный дисковым затвором и предназначенный для отбора проб очищенного стока.

Пескоотделитель (*рис.4.2.3*) Принцип действия пескоотделителя основан на гравитации, взвешенные вещества оседают на дно отделителя.

Ориентировочные размеры модуля пескоотделителя приведены в *табл. 4.2.2*.

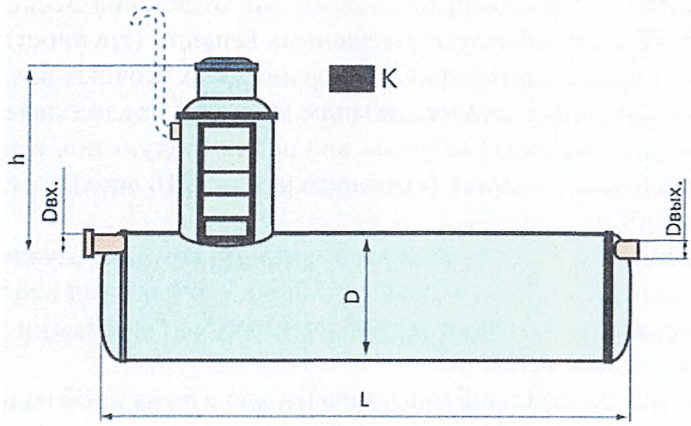


Рис.4.2.3 Пескоотделитель

Таблица 4.2.2

Ориентировочные размеры модуля пескоотделителя.

V	л	2000	3000	4000	5000	8000	10000	15000	20000	30000	40000	50000	60000
D	мм	1000	1000	1200	1600	1600	1600	2000	2400	2400	2400	2400	2400
L	мм	2700	4000	3800	2700	4200	5200	5000	4800	7000	9200	11400	13600
K	шт.	Сигнализатор уровня											

Масло-бензоотделитель (*рис. 4.2.4 – 4.2.5*) в составе очистных сооружений поверхностного стока применяется для очистки сточных вод от нефтепродуктов. Высокое качество очистки сточных вод масло-бензоотделителем достигается благодаря использованию коалесцентных модулей, которые способствуют интенсивному укрупнению частиц нефтепродуктов. За счёт этого образуется единый слой в емкости на поверхности воды и достигается качественная очистка стоков от нефтепродуктов.

Ориентировочные размеры модуля масло-бензоотделителя приведены в *табл. 4.2.3*.

Сорбционный фильтр (*рис. 4.2.6*) представляет собой емкость из стеклопластика с засыпкой из гидрофобного сорбента и природным минералом. Сорбент представляет собой композитный материал на основе природных алюмосиликатов, который в большей степени предназначен для удаления из воды взвешенных веществ (ВВ). В верхней части емкости находится слой гидрофобного сорбента, который эффективно убирает из ливневых сточных вод нефтепродукты (НФ). После сорбционного блока степень очистки составляет по взвешенным веществам (ВВ) – до 3 мг/л,

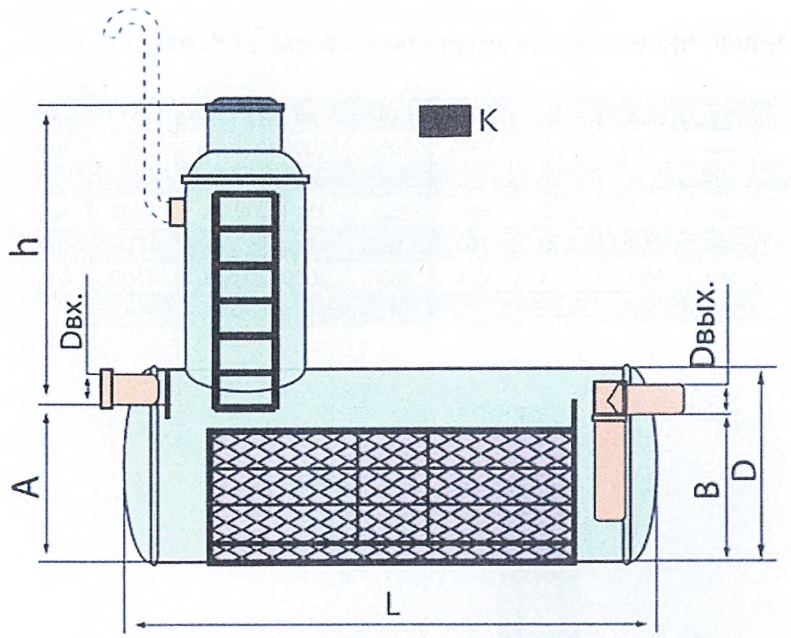


Рис.4.2.4 Масло-бензоотделитель

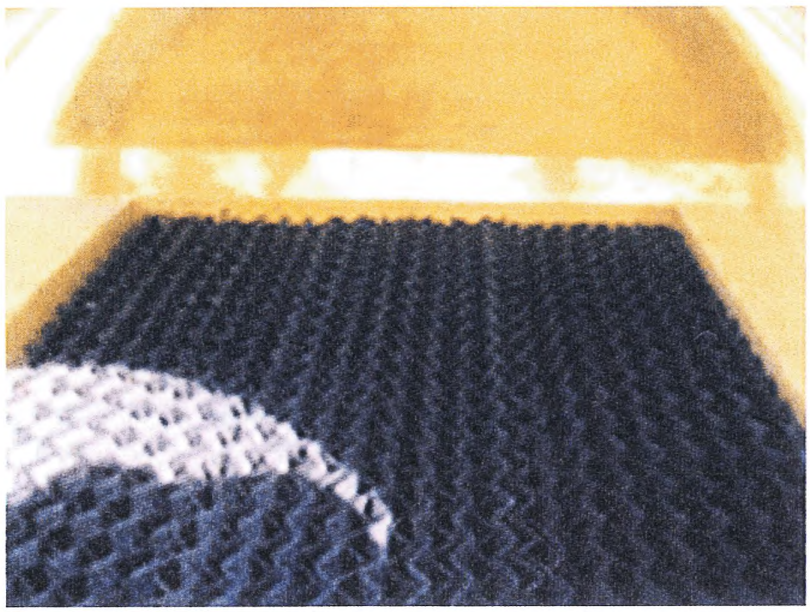


Рис.4.2.5 Масло-бензоотделитель (коалесцентный модуль)

Таблица 4.2.3

Ориентировочные размеры модуля масло-бензоотделителя

Q	л/с	1,5	3	6	10	15	20	30	40	50
D	мм	1000	1000	1000	1000	1600	1600	1600	1600	2000
Dвх/Dвых	мм	110	110	160	160	200	200	250	315	315
A	мм	870	870	820	820	1380	1380	1330	1265	1665
B	мм	800	800	750	750	1310	1310	1260	1195	1595
L	мм	1600	2400	3200	4000	3000	3600	4500	6400	5200
K	шт.	Сигнализатор уровня								

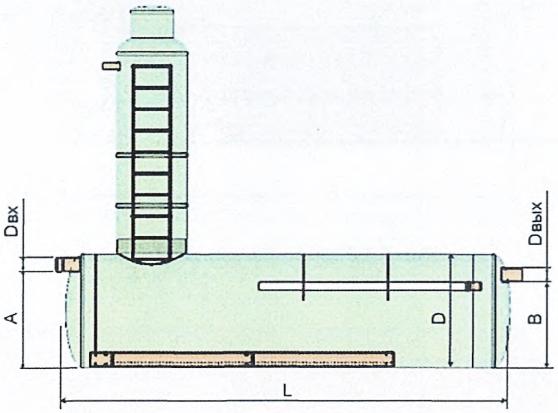


Рис.4.2.6 Сорбционный фильтр

по нефтепродуктам – до 0,05 мг/л, что соответствует нормативам сброса в водоем рыбохозяйственного значения.

Ориентировочные размеры модуля сорбционного фильтра приведены в *табл. 4.2.4*

Распределительный колодец (*рис.4.2.7*) предназначен для распределения потока ливневых стоков, поступающих на очистку. Согласно СНиП 2.04.03-85 [8] необходимо очищать первые, наиболее загрязненные порции сточных вод. Использование распределительного колодца сокращает стоимость оборудования для очистки поверхностных стоков.

Ориентировочные размеры модуля распределительного колодца приведены в *табл.4.2.5*

Таблица 4.2.4

Ориентировочные размеры модуля сорбционного фильтра

Q	л/с	6	10	15	20	30	40
D	мм	1600	2400	1600	1600	2400	2400
Dвх./Dвых.	мм	160	160	200	200	250	315
A	мм	1400	1220	1355	1355	2150	2115
B	мм	1200	1020	1155	1155	1700	1915
L	мм	2700	4000	4500	6400	6200	8600
V сорбента	куб.м.	2	3,6	5,4	7,2	9,6	12,8

Таблица 4.2.5

Ориентировочные размеры модуля распределительного колодца

Q	л/с	10/30	15/45	20/60	30/90	40/120	50/150
D	мм	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Dвх	мм	250	315	315	315	400	400
Dвых1	мм	250	315	315	315	400	400
Dвых2	мм	160	250	250	250	315	315
A	мм	680	680	680	680	680	680
B	мм	680	680	680	680	680	680

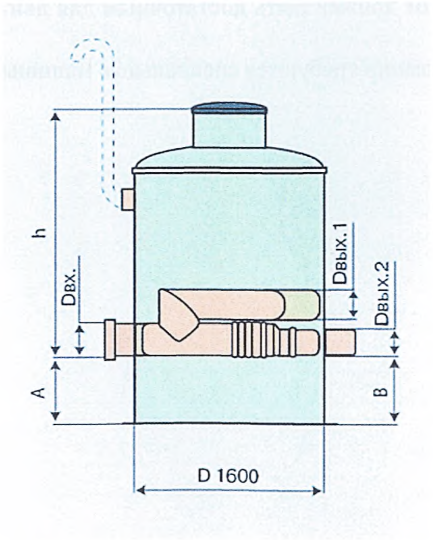


Рис.4.2.7 Распределительный колодец

Преимущества:

- не требуется строительство специальных зданий;
- установка рассчитана для эксплуатации в различных климатических условиях;
- заводская готовность к эксплуатации;
- перевозится в виде отдельных модулей автомобильным, железнодорожным или морским транспортом на любые расстояния;
- быстро собирается на заранее подготовленные фундаменты и вводится в эксплуатацию;
- удаляется более 95% загрязнений;
- прочная, легкая и долговечная конструкция;
- эффективно работает при залповых выбросах нефтепродуктов;
- автоматически блокируется (предотвращается произвольная утечка нефтепродуктов);
- автоматическая сигнализация (при критическом уровне накопившихся нефтепродуктов);
- возможность очистки 20,0 и более л/с;
- возможность использования при реконструкции старых очистных сооружений.

Особые условия:

- перепад высот должен быть достаточным для движения очищаемых вод самотеком;
- при обслуживании требуются специальные машины и оборудование.



Рис.4.2.8. Размещение системы очистки ливневых сточных вод (зима)

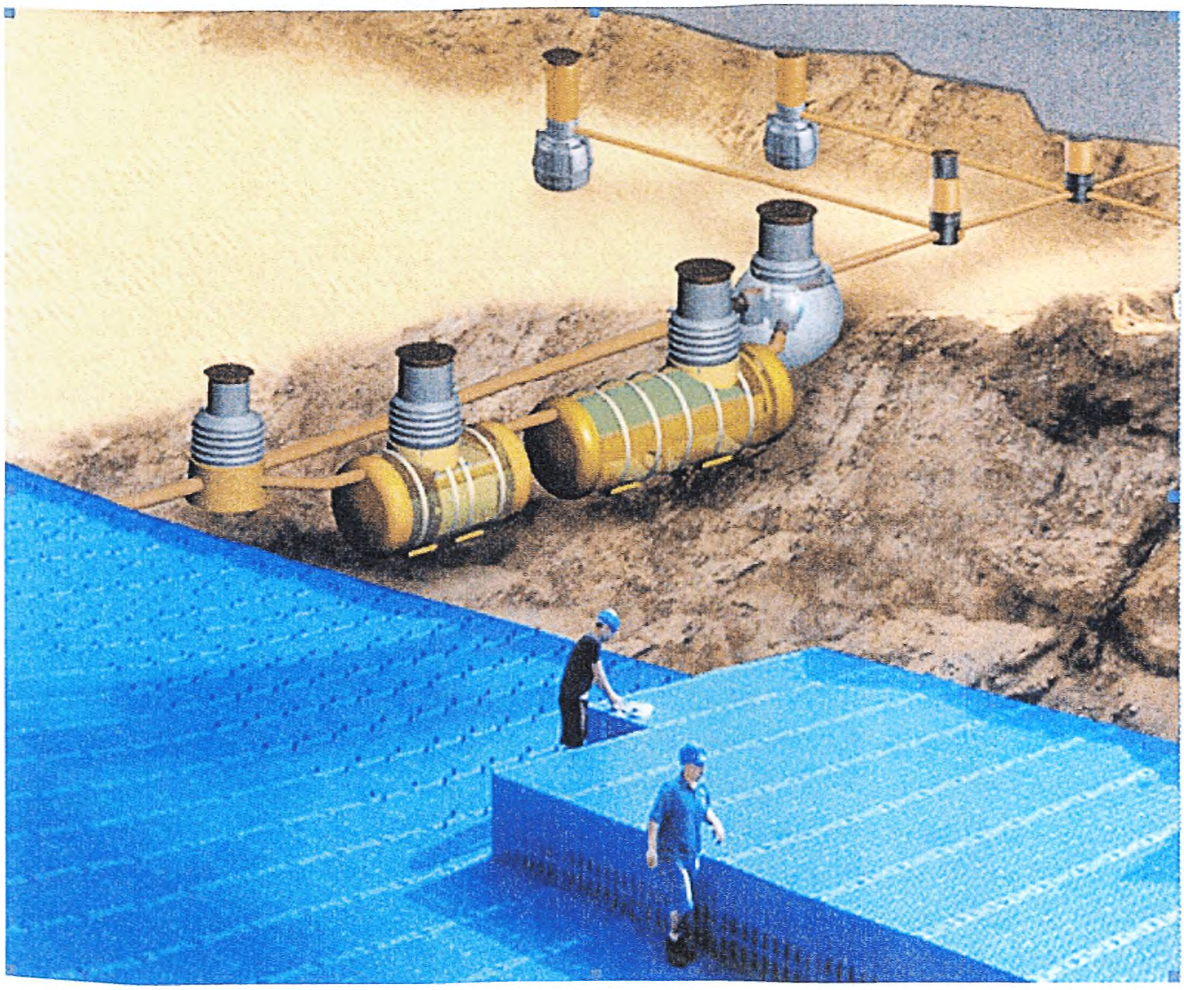


Рис.4.2.9. Общий вид системы очистки ливневых сточных вод

4.3 Очистные сооружения индивидуального проектирования из сборного и монолитного железобетона

Область применения

Очистные сооружения индивидуального проектирования применяются на мостовых сооружениях, где объемы загрязненных ливневых стоков составляют до 25 л/сек; ограничены площади, отводимые под строительство очистных сооружений; имеются необходимые мощности электрических сетей, а так же нет значительных перепадов в рельефе местности для организации прохождения очистки ливневых стоков самотеком.

Очистные сооружения предназначены для очистки ливнево-поверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Принцип работы

Работа очистных сооружений осуществляется в следующем порядке: сточные воды поступают самотеком в регулирующую емкость. После ее заполнения сточные воды отстаиваются в течение 2-х часов, после чего подаются насосом на напорные фильтры 1-3 ступеней очистки. После очистки на фильтрах 1-3 ступеней, стоки поступают в резервуар очищенной воды. Затем, основная часть очищенной воды сбрасывается на рельеф местности или в водоем. Небольшое количество очищенной воды, находящейся в резервуаре, используются для взрыхления загрузки фильтров и гидровыгрузки фильтрующих материалов по мере их загрязнения.

После опорожнения регулирующей емкости до среднего уровня, осуществляется взмучивание осадка и подача его насосом на песковую площадку. Отстоенная вода с песковой площадки отводится в нефтеразделитель. всплывшие в регулирующей емкости нефтепродукты подаются вместе с осадком на песковую площадку. Затем, отстоенная вода, содержащая нефтепродукты, с песковой площадки отводится в нефтеразделитель. Обводненные нефтепродукты, собранные в нефтеразделителе, по мере накопления вывозятся на утилизацию в специализированную организацию, имеющую лицензию на их переработку и утилизацию.

Принципиальная технологическая схема очистных сооружений индивидуального проектирования и их расположение представлены на *рис.4.3.1* и *рис. 4.3.2.*

Характеристика очистного сооружения

Производительность установки – 5 - 25,0 л/с.

Среднечасовой расход стоков – 20-80 м3/ч.

Расположение очистных сооружений подземное: резервуар-регулятор и камера грубой очистки; наземное: фильтры и насосное оборудование.

Метод фильтрации – напорный.

Сброс очищенного стока – в водоем рыбохозяйственного значения, либо на рельеф.

Резервуар-регулятор очистного сооружения выполняется из бетона.

Степень очистки в системах соответствует нормам СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [7].

Внешний вид очистных сооружений из сборного и монолитного железобетона представлен на рис. 4.3.3 и 4.3.4.

Описание конструкции

Очистное сооружение индивидуального проектирования состоит из распределительного колодца, блока предварительной очистки I, блока доочистки II и колодца отбора проб.

Блок предварительной очистки ливневого стока включает:

- *решетку,* на которой удаляются крупные загрязняющие вещества (тряпки, бумага, пакеты, банки и т.д.);
- *отстойник (песколовка)*, для задержания наиболее крупных минеральных примесей, содержащихся в сточной воде, который одновременно выполняет роль резервуара – накопителя.

Необходимость предварительного осаждения наиболее крупных минеральных примесей обуславливается тем, что удаление этих частиц облегчает условия эксплуатации очистного сооружения и продлевает срок эксплуатации фильтров блока доочистки. Принцип действия песколовки основан на том, что под влиянием сил тяжести происходит оседание на дно частиц, удельный вес которых больше, чем удельный вес воды. Песколовка должна быть рассчитана на такую скорость движения воды, при которой происходит осаждение твердых взвешенных частиц.

Загрязненная вода подается к низу рабочей части отстойника по центральной трубе. После выхода из трубы вода движется снизу вверх к сливным желобам, по которым поступает в отводной лоток или специальными погружными насосами подается на первую ступень фильтра доочистки сточных

вод. Во время движения загрязненной воды по отстойнику из нее выпадают взвешенные вещества, удельный вес которых больше удельного веса воды.

Всплывающие на поверхность воды нефтепродукты должны поступать в нефтеотделитель и нефтесборную емкость, которые должны располагаться рядом с блоком предварительной очистки. Нефтепродукты, накопленные в нефтесборной емкости, периодически отвозятся на утилизацию в специализированную организацию или используются в качестве топлива в котельных.

Для накапливания выпавшего осадка и периодического его удаления, в начале отстойника делается приямок, объем которого зависит от конструкции отстойника и способа удаления ила. Чтобы осадок самотеком сползал к приямку, днищу отстойника придают уклон не менее 1%.

Для уменьшения объема илового осадка, необходимого для вывоза, и при наличии свободных площадей, следует устраивать иловые площадки, где влажность ила понижается на 75-80%. Объем при этом уменьшается в 4-7 раз. Обезвоженный осадок используется для отсыпки нижних слоев насыпей автомобильных дорог или для приготовления асфальтобетона низких марок.

• *Блок доочистки,* состоящий из 2-х или 3-х ступеней фильтров.

– *1-я ступень:* Фильтр с загрузкой из кварцевого песка или дробленного керамзита (при небольших расходах воды).

После насыщения фильтрующего материала загрязняющими веществами он промывается или, при необходимости, заменяется.

Использованный фильтрующий материал подлежит утилизации. В блоке доочистки размещаются, как правило, два фильтра, включенные параллельно.

– *2-я ступень.* Фильтр с синтетическим фильтрующим материалом.

Фильтр с синтетическим фильтрующим материалом (ФСМ) имеет цилиндрический пластмассовый корпус. Фильтрующий элемент выполнен с использованием фильтрующего материала, изготовленного из полипропиленового волокна.

Эффективность очистки воды на ФСМ составляет:

• по взвешенным веществам - 95%;

• по нефтепродуктам 70-80%.

По мере насыщения фильтрующего материала загрязняющими веществами, ФСМ промывается или, при необходимости, заменяется. Расчетная продолжительность работы ФСМ до максимально допустимого насыщения фильтрующего материала составляет около 1500 час. Использованный фильтрующий материал подлежит утилизации. В блоке доочистки размещаются, как правило, два фильтра ФСМ, включенные параллельно.

– 3 ступень. Адсорбционный фильтр

Адсорбционный фильтр предназначен для очистки воды, главным образом, от нефтепродуктов, как в растворенном, так и в тонко эмульгированном состоянии. Фильтр имеет пластмассовый корпус диаметром 750 мм, высоту 1500 мм и заполняется активированным углем марки АГ-3 или ДАК.

Эффективность очистки воды в адсорбционном фильтре по нефтепродуктам, в зависимости от продолжительности его работы, оставляет 90-98%. Содержание нефтепродуктов в очищенном стоке не должно превышать 0,05 мг/л. Расчетная продолжительность работы фильтрующего элемента до насыщения около 1500 час. Отработанный активированный уголь не подлежит регенерации и утилизируется. В блоке доочистки размещаются, как правило, два адсорбционных фильтра, включенные параллельно.

Распределительный колодец

Распределительный колодец обеспечивает подачу расчетного значения расхода сточной воды на очистные сооружения. При таком разделении потока, на очистные сооружения направляется загрязненная часть дождевых сточных вод, а излишняя, условно чистая часть стока, поступает на обводную линию. Применение распределительного колодца сокращает стоимость оборудования для очистки стоков по сравнению с традиционно используемыми системами.

Колодец отбора проб.

Перед сбросом очищенной воды в канализацию или на рельеф, устанавливается колодец проб, оснащенный дисковым затвором и предназначенный для отбора проб очищенного стока.

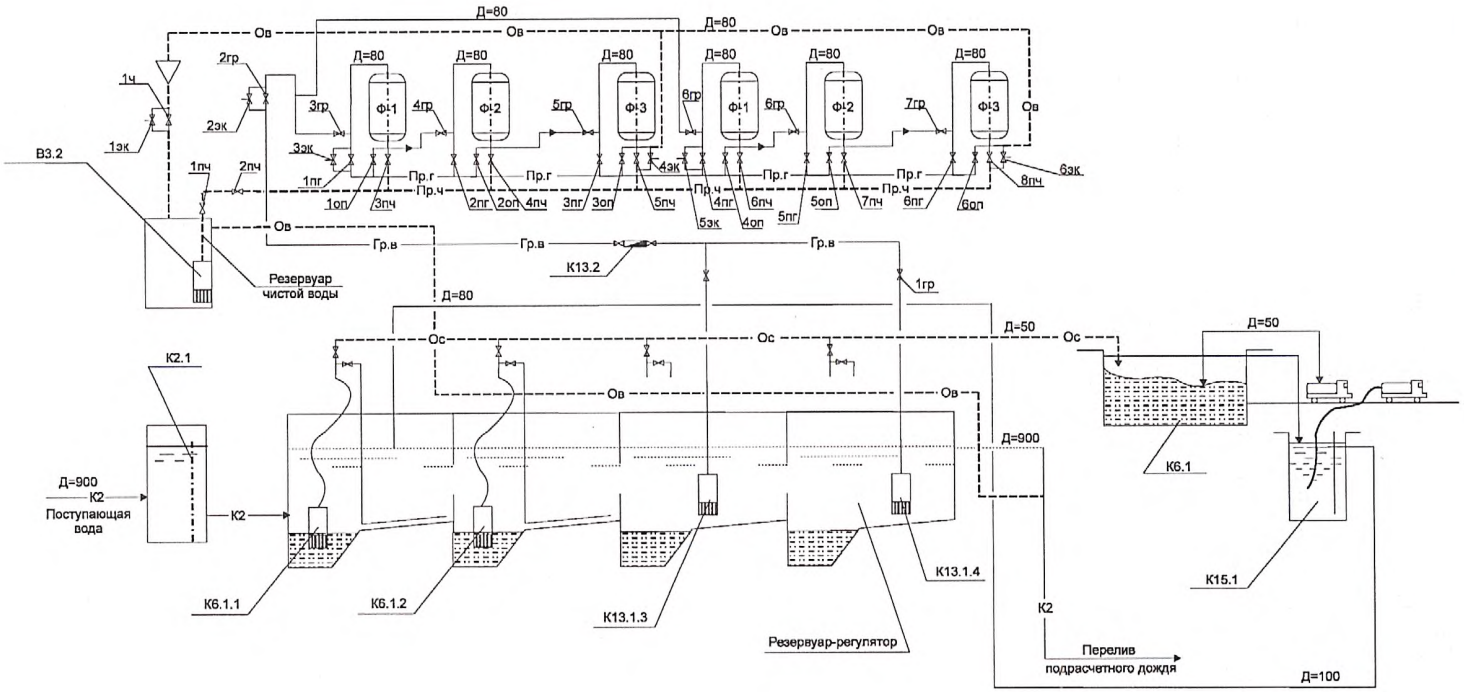
Преимущества:

- минимальные площади, отводимые под строительство очистных сооружений;
- установка рассчитана для эксплуатации в различных климатических условиях;
- возможно использование насосного оборудования для перекачки;
- проектируется индивидуально для каждого водосброса;
- удаляется более 95% загрязнений.

Особые условия:

- высокая стоимость проектирования и строительства;
- потребность в электроэнергии;
- большое количество обслуживающего персонала;
- при обслуживании требуются специальные машины и оборудование.

Принципиальная технологическая схема очистных сооружений индивидуального проектирования



Гр.в – подача воды на фильтрацию
Пр.ч – чистая промывная вода
Пр.г – отвод грязной промывной воды
Ов – очищенная вода
Ос – подача осадка на площадку

Рис.4.3.1.

Расположение очистных сооружений

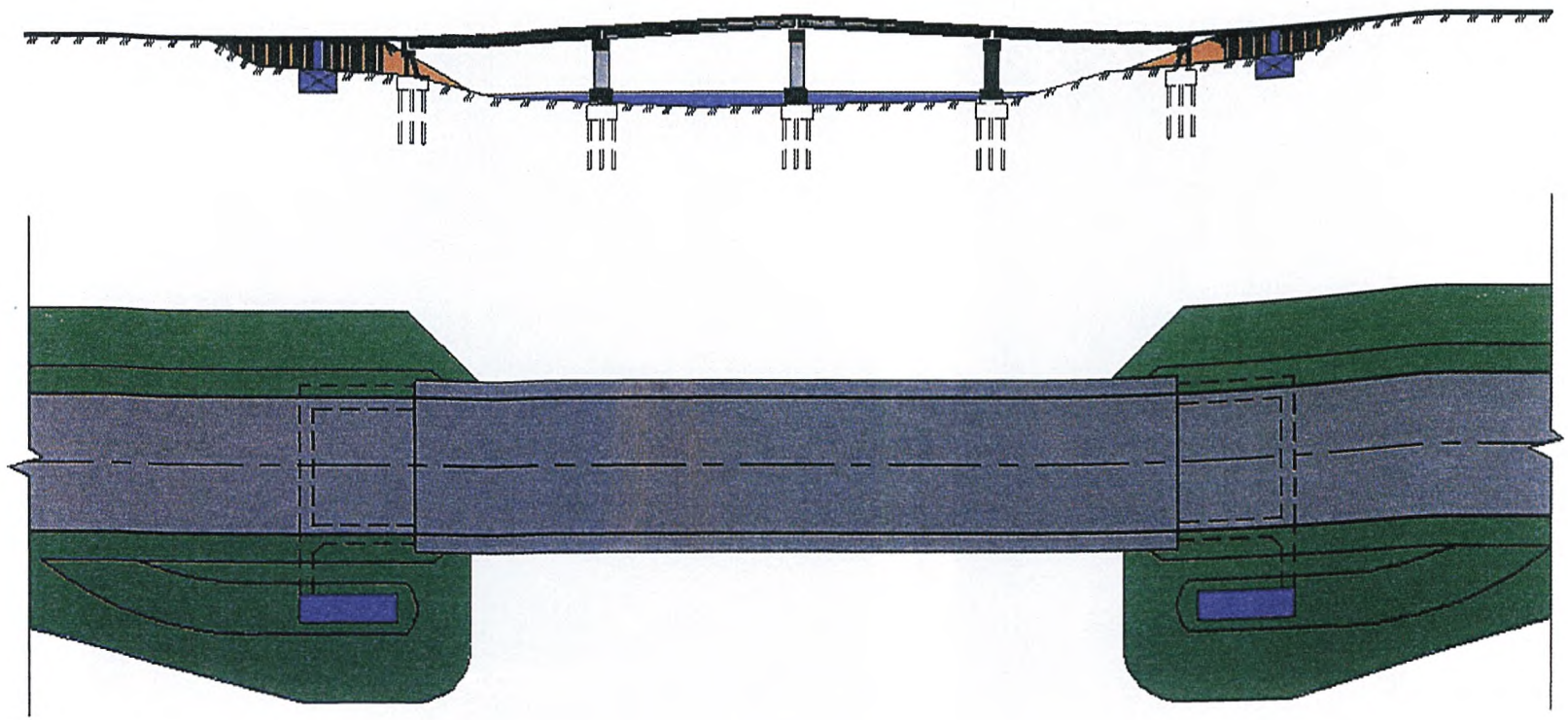


Рис.4.3.2.

Очистные сооружения, представленные в виде схемы на рис.4.3.2 располагаются в зависимости от уклона автодорожного моста, как правило, с одной или двух сторон моста.
На *рис. 4.3.3* и рис *4.3.4* представлены фотографии внешнего вида очистных сооружений индивидуального проектирования.

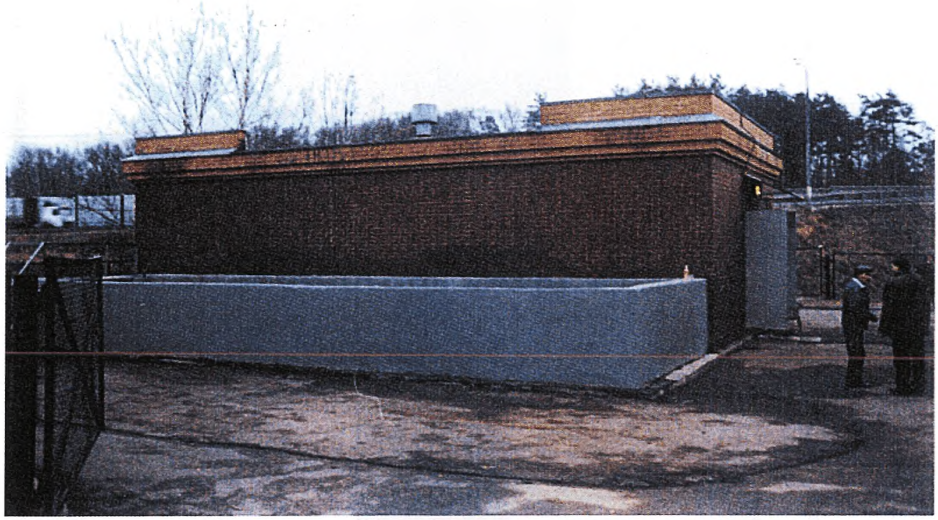


Рис.4.3.3. Очистное сооружение индивидуального проектирования (общий вид)



Рис.4.3.4. Очистное сооружение индивидуального проектирования (фильтры 1-3 ступеней очистки)

4.4 Модульная станция глубокой очистки подземного расположения.

Область применения

Установка предназначена для очистки ливневых оверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Оборудование для установки подбирается на основании анализов загрязнения ливнестоков и необходимой производительности по объему очистки. Производительность установок по очистке ливнестоков составляет от 2 до 50 м^3/ч. При необходимости устанавливается дополнительно аккумулирующая емкость объемом до 50 м^3. Модульная станция глубокой очистки подземного расположения представлена на *рис.4.4.1.*

Описание конструкции

Загрязненный сток, попадая на модульную станцию глубокой очистки подземного расположения, последовательно проходит три камеры. В первой камере происходит осаждение взвешенных веществ и всплытие нефтепродуктов, во второй – очистка от основной части нефтепродуктов на коалесцентных фильтрах, в третьей камере – доочистка воды от нефтепродуктов на сорбционных фильтрах до 0,3 мг/л и 0,05мг/л (в зависимости от модификации сооружения).

В пескоотделителе из сточных вод выделяются твердые частицы. Принцип действия пескоотделителя основан на гравитации, когда выделяемые из сточных вод взвешенные вещества оседают на дно отделителя, а нефтепродукты частично всплывают.

В масло-бензиноотделителе из сточных вод выделяются свободные, а так же частично механически эмульгированные нефтепродукты.

В масло-бензиноотделителе установлены коалесцентные модули. Модули представляют собой тонкослойные гофрированные пластины из поливинилхлорида (ПВХ) без дополнительных пластификаторов, склеенные между собой и усиленные загнутыми концами листов вверху и внизу каждого профиля.

ПВХ – материал, устойчивый к большинству растворимых веществ, встречающихся в городских и промышленных сточных водах, он не подвержен гниению, воздействию бактерий и других микроорганизмов. Благодаря своей конструкции, модули способствуют укрупнению частиц бензина и масла и ускоряют их всплытие. Всплывающие нефтепродукты образуют единый слой на поверхности воды в камере.

Применение коалесцентного модуля позволяет увеличить производительность масло-бензиноотделителя по сравнению с аналогами в 1,4 раза (за счет большой площади поверхности модулей).

Преимуществом коалесцентных модулей является еще и то, что они самоочищающиеся. При протекании вода создает вибрацию, т.е. модули вибрируют и тем самым способствуют всплытию частиц масла и оседанию взвешенных веществ.

Масло-бензиноотделитель снабжен датчиком–сигнализатором, который контролирует толщину слоя всплывшего масла и бензина. При достижении предельного объема масла включается сигнализация, позволяющая вовремя производить опорожнение отделителя.

Сорбционный блок представляет собой емкости из стеклопластика с фиброльным фильтром, а также угольным фильтром и предназначен для более глубокого удаления из воды взвешенных веществ (ВВ) и нефтепродуктов (НФ).

Использование в комплексной системе очистки поверхностных сточных вод пескоотделителя, масло – бензиноотделителя, сорбционного блока позволяет:

- обеспечить высокую степень очистки на всем протяжении периода эксплуатации;
- эксплуатировать очистные сооружения без замены сорбционной загрузки более 3-х лет.

Перед сбросом очищенной воды устанавливается колодец для отбора проб, оснащенный дисковым затвором и предназначенный для отбора проб очищенного стока.

Характеристика очистного сооружения

Модульная станция глубокой очистки подземного расположения предназначена для очистки поверхностно-ливневых вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Производительность установки – 0,6-14,0 л/с.

Среднечасовой расход стоков – 2-50 м3/ч.

Расположение очистного сооружения – подземное.

Метод фильтрации – безнапорный.

Сброс очищенного стока в водоем рыбохозяйственного значения, либо на рельеф.

Материал корпуса – армированное стекловолокно. Степень очистки в системах соответствует нормам СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [7].

Состав очистного сооружения

Модульная станция глубокой очистки подземного расположения состоит из:

- распределительного колодца;
- отстойника;
- коалесцентного фильтра;
- фиброльного фильтра;
- угольного фильтра;
- колодца для отбора проб.

Преимущества:

- не требуется строительства специальных зданий;
- установка рассчитана для эксплуатации в различных климатических условиях;
- заводская готовность к эксплуатации;
- перевозится в собранном виде автомобильным, железнодорожным или морским транспортом на любые расстояния;
- быстро вводится в эксплуатацию;
- удаляется более 95% загрязнений;
- прочная, легкая, долговечная конструкция;
- эффективно работает при залповых выбросах нефтепродуктов;
- автоматически блокируется (предотвращается произвольная утечка нефтепродуктов);
- оборудована автоматической сигнализацией (при критическом уровне накопившихся нефтепродуктов.

Особые условия:

- при обслуживании требуются специальные машины и оборудование;
- перепад высот должен быть достаточный для движения очищаемых вод самотеком.

Технологическая схема модульной станции глубокой очистки подземного расположения

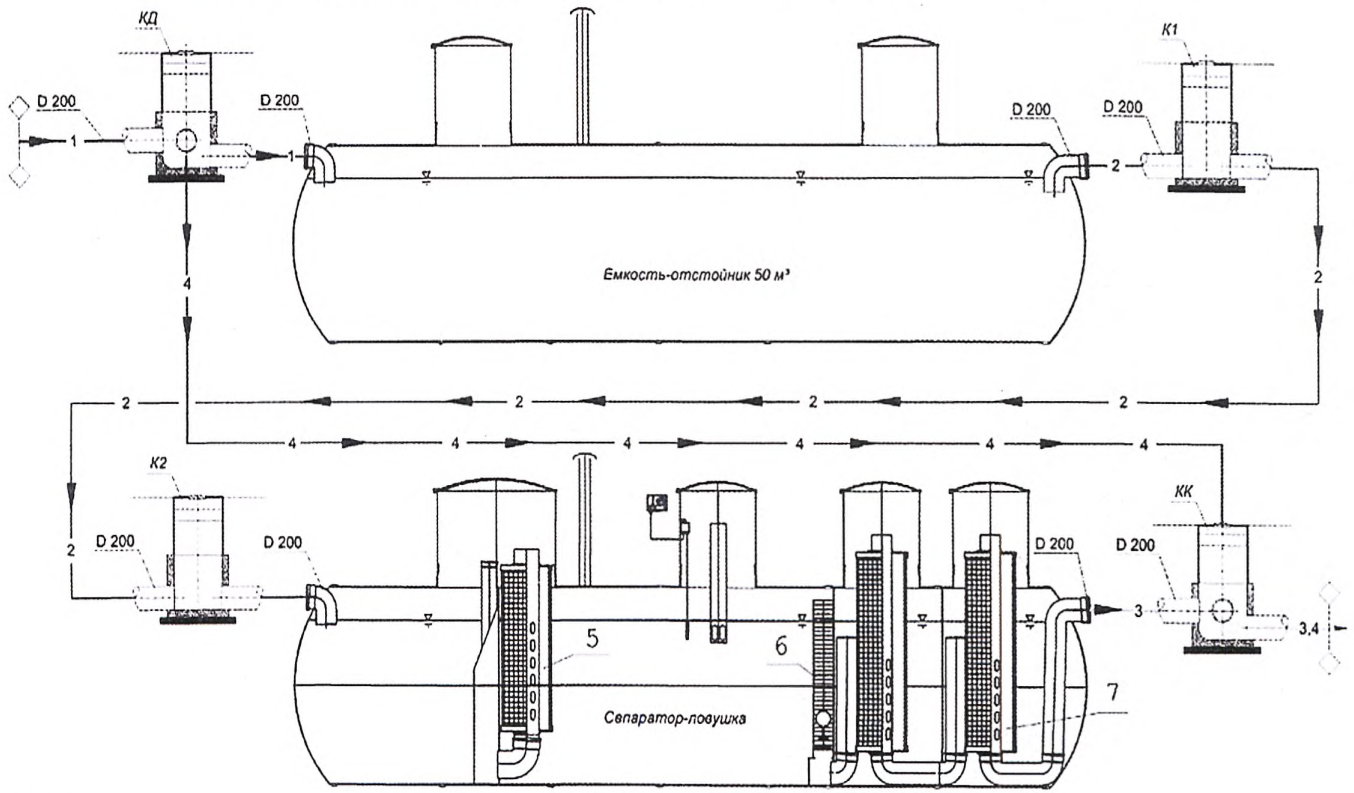


Рис.4.4.1.

1. Загрязненный поверхностный сток; 2. Загрязненный сток из емкости отстаивания; 3.Очищенный сток; 4. Условно чистый сток; 5. Коалесцентный фильтр; 6. Фиброльный фильтр; 7. Угольный фильтр КД-колодец – делитель; К1,К2 – смотровые колодцы; КК-колодец сброса очищенных сточных вод

Расположение очистных сооружений

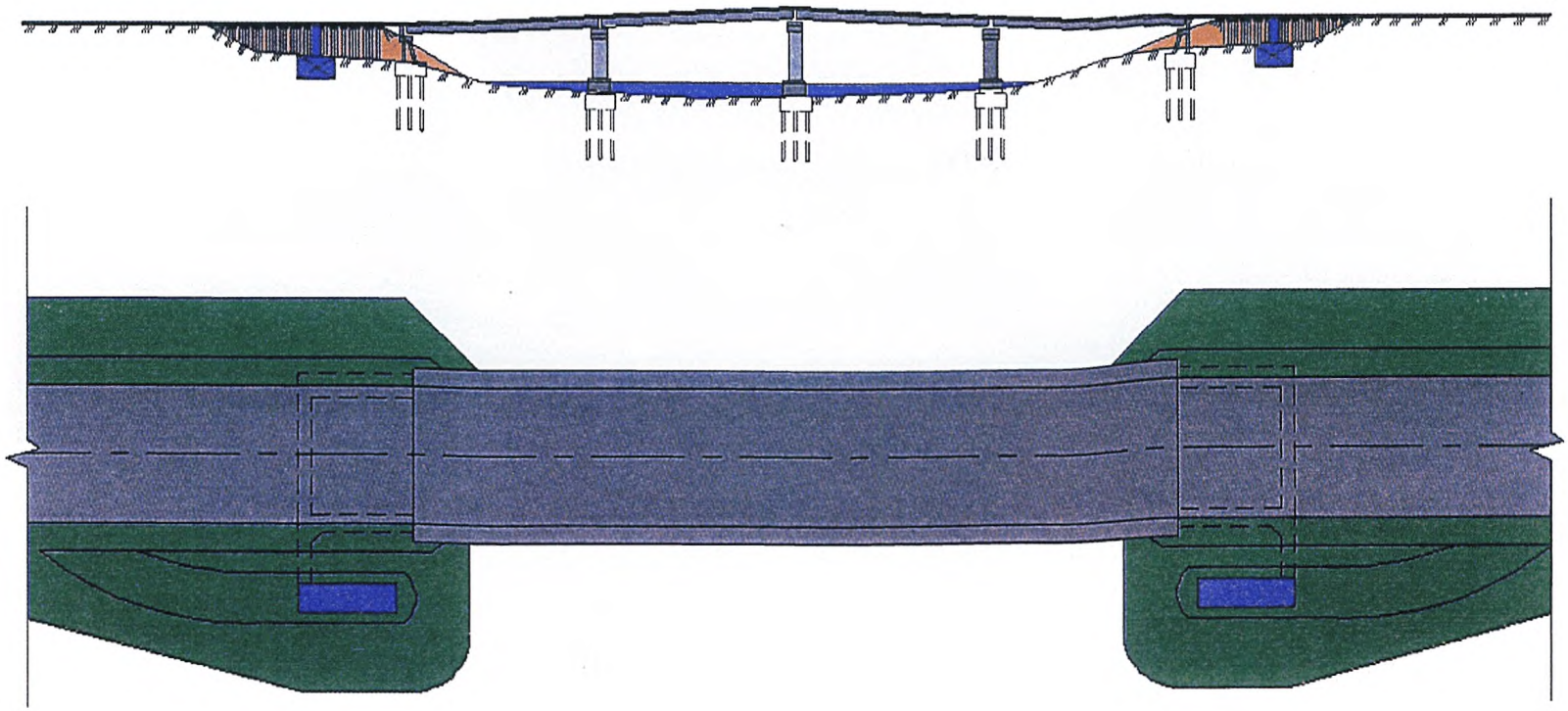


Рис.4.4.2.

Очистные сооружения, представленные в виде схемы на рис. 4.4.2, 4.4.3 располагаются в зависимости от уклона автодорожного моста с одной или двух сторон. При больших объемах стока следует располагать очистные сооружения слева и справа от оси проезжей части дороги и проектировать 4 очистных сооружения.

Расположение очистных сооружений

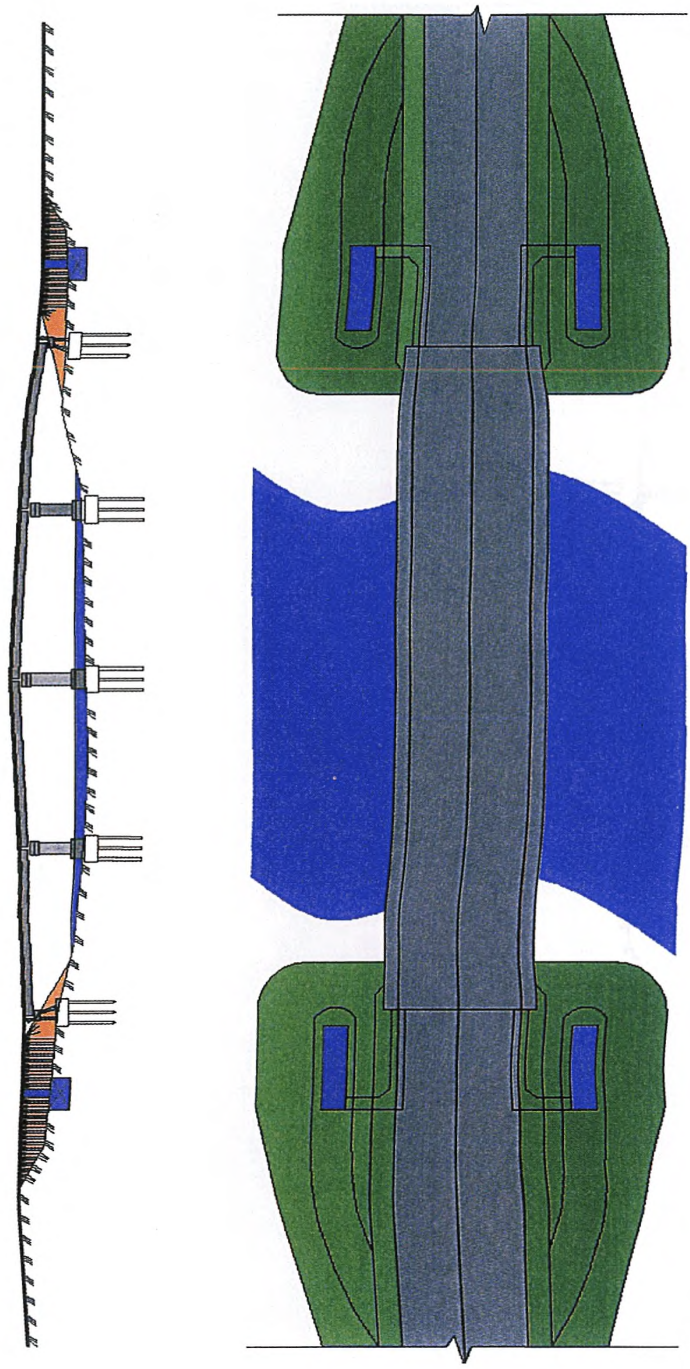


Рис.4.4.3.

4.5 Модульная станция глубокой очистки наземного расположения

Область применения

Модульная станция глубокой очистки (МСО) используется для очистки поверхностных ливневых стоков до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения и может применяться на территориях, где затруднительно или экономически нецелесообразно строительство капитальных сооружений. Установка выпускается в контейнерном исполнении полной заводской готовности (*рис.4.5.1*).

Описание конструкции

Станция выполнена в виде стандартного блок – контейнера с максимальными размерами модуля 8,0 × 2,7 × 3,0. Производительность одного модуля составляет 0,6 – 6,0 л/с, с возможностью увеличения производительности, путем подключения дополнительных модулей. Для начала эксплуатации требуется только подключение к электросети.

Поверхностные сточные воды, предварительно осветленные в аккумулирующей емкости, подаются погружным насосом на станцию МСО. На первом этапе обработки поверхностного стока в станции МСО, происходит отделение мелкодисперсных взвесей в гидроциклоне. Далее очищенная от взвесей вода подается на напорные сорбционные фильтры. На первой ступени напорной фильтрации происходит очистка от остаточных мелкодисперсных и коллоидных частиц и основной части нефтепродуктов. Вторая ступень напорной фильтрации снижает концентрацию органических соединений, уменьшая тем самым значение БПК. При необходимости очистки до ПДК рыбохозяйственного значения устанавливается третья ступень сорбционных фильтров.

Сорбенты для напорных фильтров подбираются, исходя из состава сточных вод. Для очистки поверхностных ливневых стоков используется «Сорбент-АС» и активированный гранулированный уголь (АГУ) различных марок.

В случае необходимости возможна многоступенчатая дозация коагулянта, позволяющая повысить эффективность очистки. По желанию заказ-

чика, станция МСО может комплектоваться системой ультрафиолетового или реагентного обеззараживания стока.

Характеристика очистного сооружения

Производительность одного модуля станции МСО – 0,6-6,0 л/с.

Среднечасовой расход стоков – 2-20 м3/ч.

Расположение очистного сооружения – наземное.

Метод фильтрации – напорный.

Сброс очищенного стока – в водоем рыбохозяйственного значения, либо на рельеф.

Состав МСО

- батарейный гидроциклон;
- напорный сорбционный фильтр первой ступени;
- напорный сорбционный фильтр второй ступени;
- напорный сорбционный фильтр третьей ступени;
- система ультрафиолетового обеззараживания;
- дозаторы коагулянта;
- емкость разрыва струи;
- коллектор отвода осадка.

Преимущества станции МСО:

- не требуется строительства капитальных зданий,
- заводская готовность к эксплуатации;
- перевозится в собранном виде автомобильным, железнодорожным или морским транспортом на любые расстояния;
- быстро вводится в эксплуатацию;
- возможность использования коагулянтов, для повышения эффективности очистки;
- возможность использования систем обеззараживания стоков;
- возможность подбора фильтрующих материалов под конкретный сток, для достижения наилучших результатов по эффективности и производительности очистного сооружения;
- степень очистки до норм сброса на объекты рыбохозяйственного значения.

Особые условия МСО:

- требуется подвод электроэнергии;
- требуется обслуживающий персонал.

Компоновка станции МСО

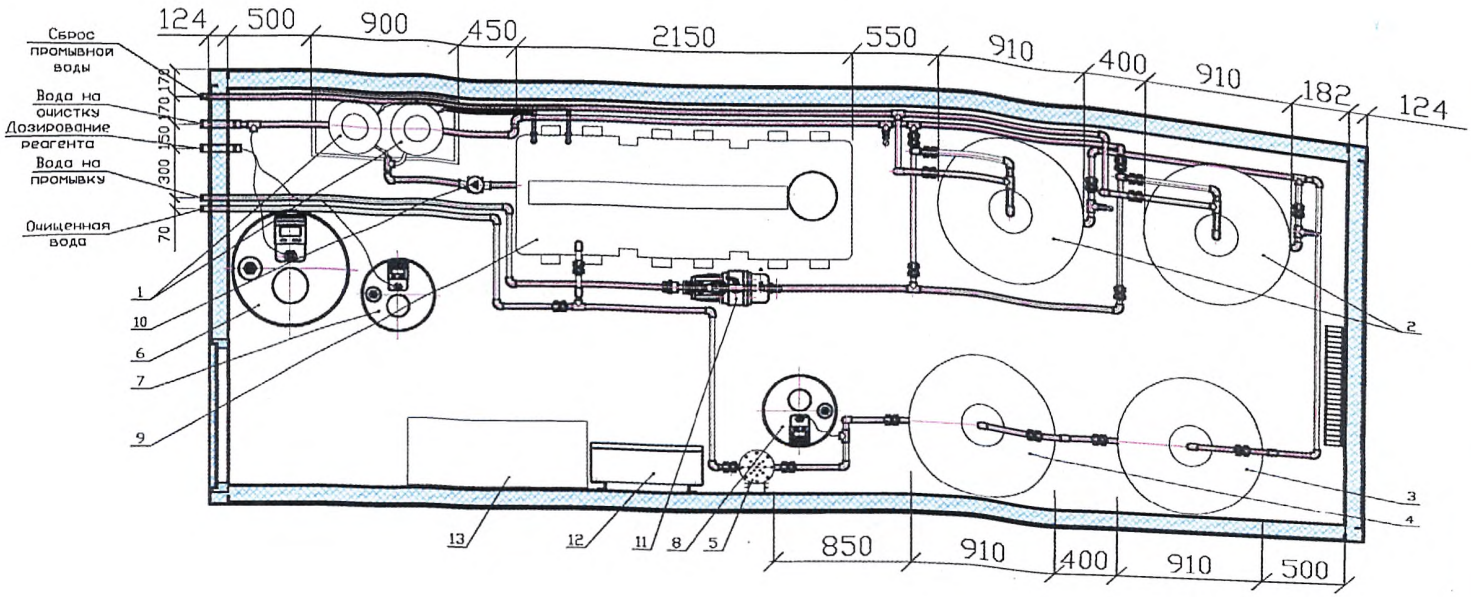


Рис.4.5.1. 1 – Батарейный гидроциклон; 2 – напорные сорбционные фильтры первой ступени; 3, 4 – напорные сорбционные фильтры второй и третьей ступени; 5 – система УФ обеззараживания; 6,7 – комплекс дозирования коагулянта; 8 -комплекс дозирования реагента; 9 – емкость разрыва струи; 10-коллектор отвода осадка; 11 – насос; 12,13 – электрический шкаф.

Технологическая схема модульной станция глубокой очистки (наземное расположение)

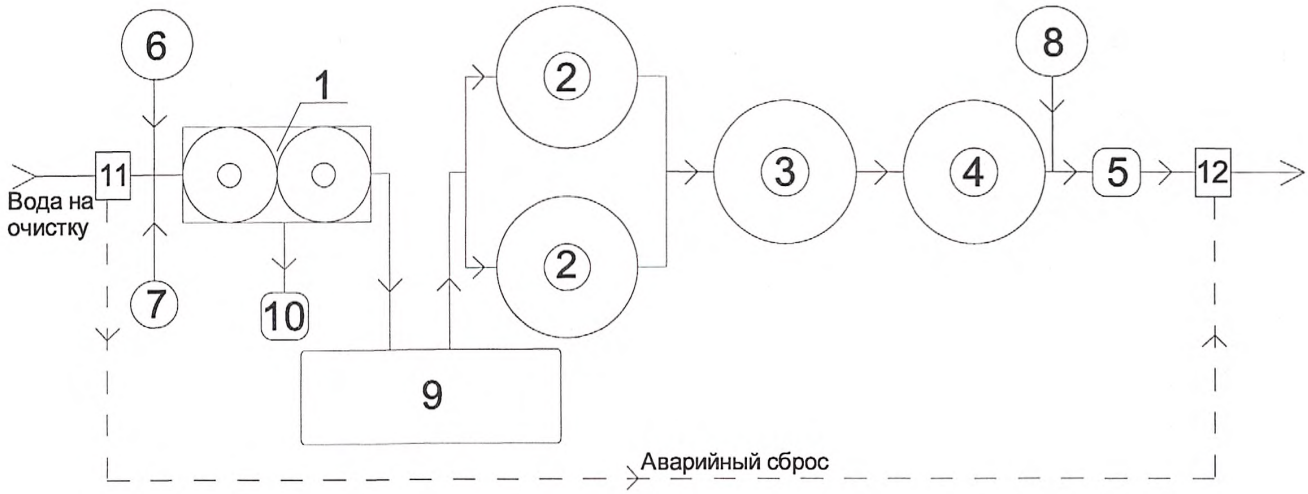


Рис.4.5.2. 1 – Батарейный гидроциклон; 2 – напорные сорбционные фильтры первой ступени; 3,4 – напорные сорбционные фильтры второй и третьей ступени; 5 – система УФ обеззараживания; 6,7 – комплекс дозирования коагулянта; 8 – комплекс дозирования реагента; 9 – емкость разрыва струи; 10 – коллектор отвода осадка; 11 – распределительный колодец; 12 – колодец для сброса.

Расположение очистных сооружений

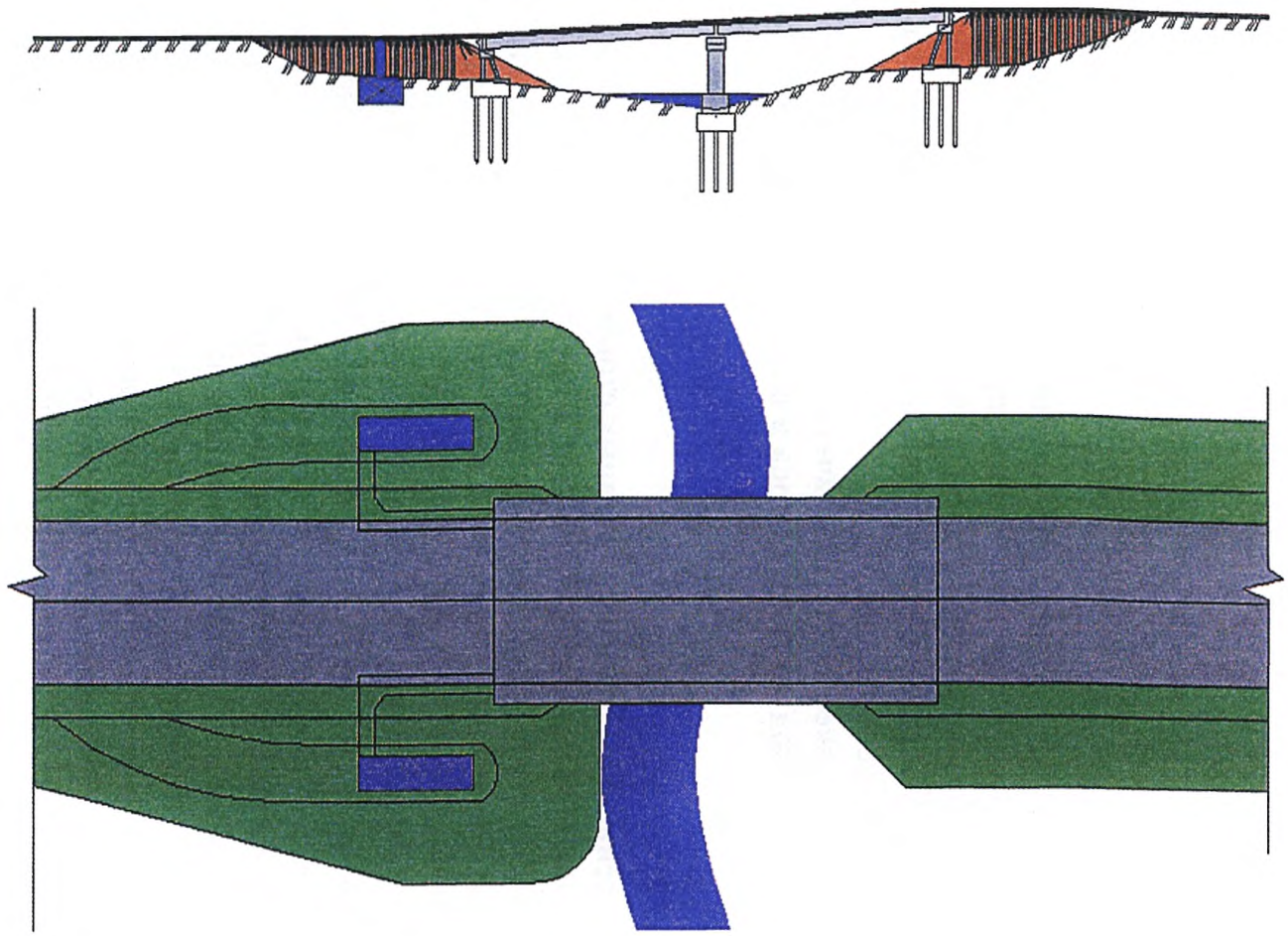


Рис.4.5.3.

Очистные сооружения, представленные в виде схемы на *рис. 4.5.3,* располагаются в зависимости от уклона автодорожного моста с одной или двух сторон моста. При больших объемах стока следует располагать очистные сооружения слева и справа от оси проезжей части дороги и проектировать четыре очистные сооружения.

4.6 Очистные сооружения индивидуального проектирования кассетного типа

Область применения

Очистные сооружения индивидуального проектирования кассетного типа применяются на мостовых сооружениях, где имеются небольшие объемы загрязненных ливневых стоков, и где концентрация загрязняющих веществ низкая, а также есть ограничение площади, отводимой под строительство очистных сооружений.

Очистные сооружения предназначены для очистки поверхностных ливневых сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Описание конструкции

Прохождение и очистка загрязненных стоков в очистных сооружениях осуществляется самотеком. На *рис. 4.6.1* представлена технологическая схема очистного сооружения кассетного типа. Расположение и внешний вид очистных сооружений индивидуального проектирования кассетного типа представлены на *рис. 4.6.2, 4.6.3, 4.6.4.*

Работа очистного сооружения осуществляется в следующем порядке: сточные воды через распределительный колодец поступают на съемную корзину для улавливания мусора, а загрязненные стоки поступают самотеком в успокоительную камеру. Скорость потока падает и происходит осаждение наиболее крупных взвешенных частиц. Затем загрязненный сток попадает в отстойник. При проходе отстойника, из сточных вод выпадают в осадок взвешенные вещества и всплывают нефтепродукты. После осадочной камеры сточные воды самотеком поступают на кассетные фильтры, где происходит их доочистка. Для повышения производительности очистное сооружение может быть одно, двух и трех секционное. После прохождения фильтров, очищенные сточные воды через выпускной коллектор сбрасываются на рельеф местности или в водоем (*рис.4.6.5.*).

Всплывшие в успокоительной и осадочной камерах нефтепродукты поступают в нефтесборные лотки. Обводненные нефтепродукты,

по мере накопления, специальными машинами откачиваются из лотков и вывозятся на утилизацию в специализированные организации, имеющие лицензии.

Характеристика очистного сооружения

Производительность установки – 1 - 10,0 л/с.

Среднечасовой расход стоков – 4-36 м3/ч.

Расположение очистного сооружения – подземное.

Метод фильтрации – безнапорный.

Сброс очищенного стока – в водоем рыбохозяйственного значения, либо на рельеф

Емкости очистного сооружения выполнены из бетона.

Степень очистки в системах соответствует нормам СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [7].

Состав очистного сооружения

- подводящий коллектор;
- распределительный колодец;
- успокоительная камера с щелевой распределительной перегородкой, способствующей расслаиванию потока;
- съемная корзина для улавливания мусора;
- отстойник с осадочной частью, снабженный двумя лотками для сбора масла всплывающих нефтепродуктов;
- камеры доочистки с тремя ступенями фильтров.

Преимущества:

- минимальная площадь, отводимая под строительство очистного сооружения;
- установка рассчитана для эксплуатации в различных климатических условиях;
- проектируется индивидуально для каждого водосброса;
- удаляется более 95% загрязнений.

Особые условия:

- высокая стоимость строительства;
- высокая трудоемкость замены фильтров.

Технологическая схема очистного сооружения кассетного типа

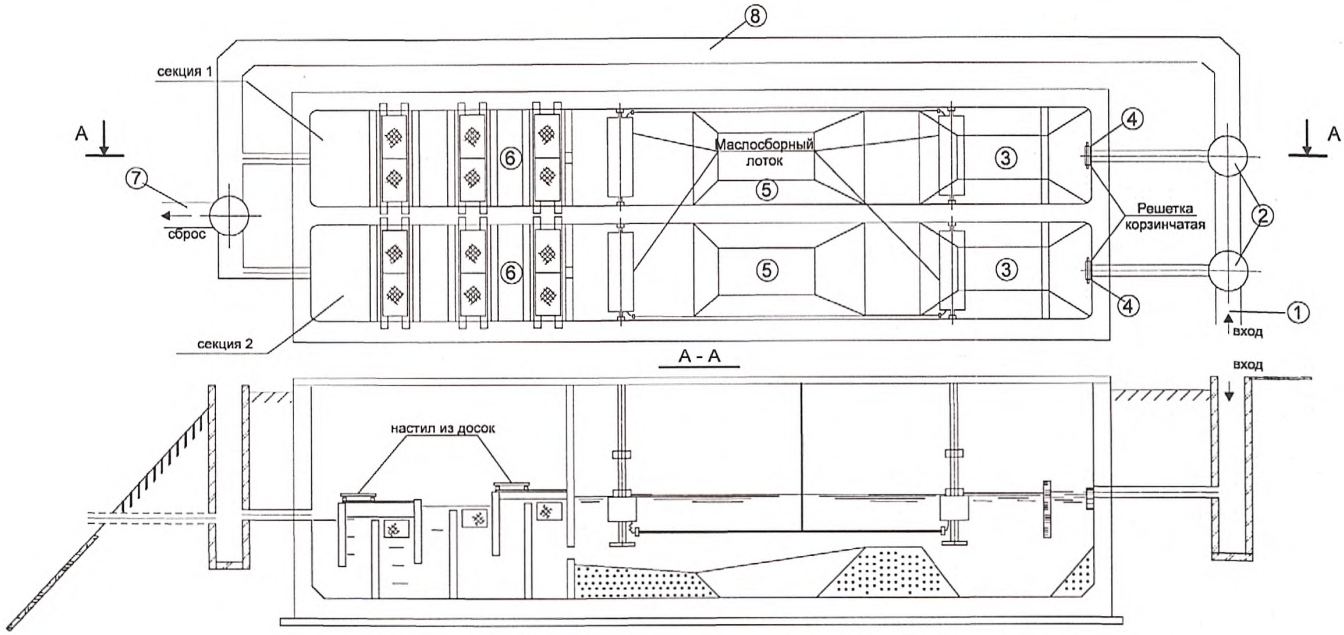


Рис.4.6.1. 1.Подводящий коллектор. 2.Распределительный колодец. 3.Успокоительная камера с щелевой распределительной перегородкой, способствующей расслаиванию потока. 4.Съемная корзина для улавливания мусора. 5.Отстойник с осадочной частью, снабженный двумя лотками для сбора масла всплывающих нефтепродуктов. 6.Камеры доочистки с тремя ступенями фильтров. 7.Отводящий коллектор 8.Обводной коллектор

Расположение очистных сооружений

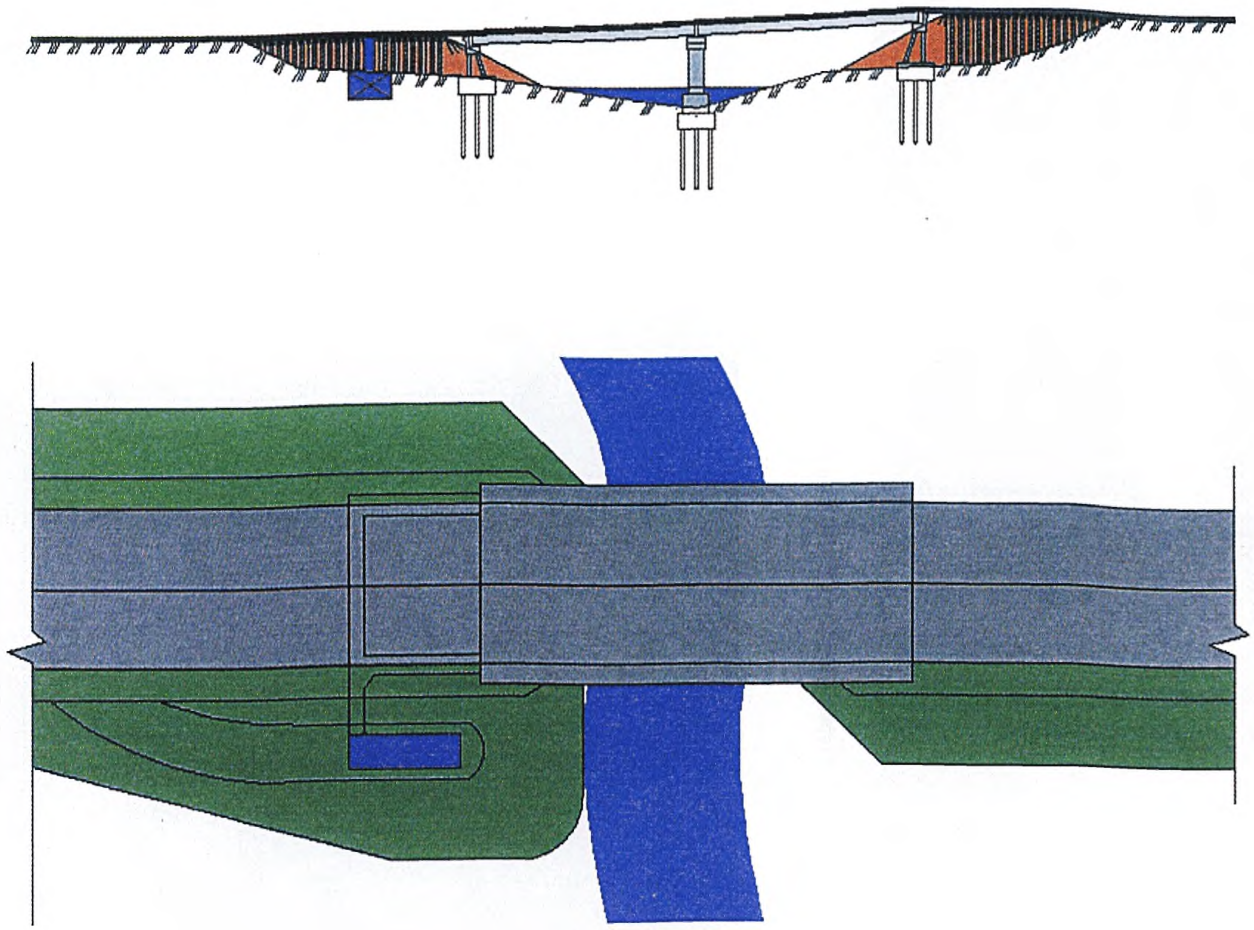


Рис.4.6.2.

Очистные сооружения, представленные в виде схемы на *рис. 4.6.2*, располагаются в зависимости от уклона автодорожного моста с одной или двух сторон моста. При больших объемах стока следует располагать очистные сооружения слева и справа от оси проезжей части дороги (*рис.4.5.3*).



Рис.4.6.3. Очистное сооружение индивидуального проектирования кассетного типа (общий вид)



Рис.4.6.4. Очистное сооружение индивидуального проектирования кассетного типа (секция очистки ливневых сточных вод)



Рис.4.6.5. Лоток сброса очищенных стоков на рельеф местности

4.7 Комбинированный фильтрующий патрон для очистки ливнестоков

Область применения

Комбинированный фильтрующий патрон применяется для очистки поверхностных сточных вод с мостов до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Применение фильтрующего патрона осуществляется при невозможности размещения очистного сооружения за пределами конструкции моста, с учетом результатов проведения технико-экономического обоснования.

Установка фильтрующего патрона осуществляется, как правило, на опорах моста с двух сторон.

Описание конструкции

Сточные воды по двухскатному поперечному профилю моста собираются на лотках вдоль проезжей части, где они стекают в водоприемные решетки, расположенные выше фильтрующего патрона. Пройдя водоприемную решетку, загрязненный сток попадает на подающий лоток, по которому подается на фильтр очистки от крупных предметов и мусора фильтрующего патрона. Затем загрязненный сток попадает в среднюю часть фильтрующего патрона, где в процессе прохождения через синтетический или природный фильтрующий материал, происходит осаждение основной части взвешенных частиц и нефтепродуктов. Далее, частично очищенные сточные воды попадают в сорбционный блок на основе угольных фильтров, где происходит более глубокое удаление из воды взвешенных веществ и нефтепродуктов.

После прохождения фильтров, очищенные сточные воды через выпускной коллектор сбрасываются в водоем (*рис.4.7.3*).

На *рис. 4.7.1* и *4.7.2* представлены технологическая схема и схема расположения комбинированного фильтрующего патрона на мостах.

Характеристика очистного сооружения

Производительность установки – 1 – 2,5 л/с.

Среднечасовой расход стоков – 1-8 м3/ч.

Расположение очистного сооружения – навесное.

Метод фильтрации – безнапорный.

Сброс очищенного стока – в водоем рыбохозяйственного значения.

Степень очистки в системах соответствует нормам СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [7].

Состав очистного сооружения

Фильтрующий патрон, установленный на опорах моста.

Направляющий лоток, для подачи загрязненного стока с проезжей части моста в фильтрующий патрон.

Преимущества:

- расположение очистного сооружения непосредственно на мостовых опорах;
- небольшие размеры;
- не требует частого обслуживания;
- не требует строительства специальных зданий;
- установка рассчитана для эксплуатации в различных климатических условиях;
- быстро собирается на заранее подготовленные крепления;
- удаляется более 95% загрязнений;
- отсутствуют внутренние движущиеся детали;
- возможность перезагрузки фильтрующих материалов без применения специальных грузоподъёмных механизмов;
- отсутствие зон накопления воды, что важно для сохранения целостности патронов при отрицательных температурах;
- некоррозионность изделия (благодаря использованию пластика при изготовлении корпуса).

Особые условия:

- низкая пропускная способность;
- требует проведения подготовки для крепления патрона и направляющего лотка;
- низкая технологичность при обслуживании.

Технологическая схема комбинированного фильтрующего патрона

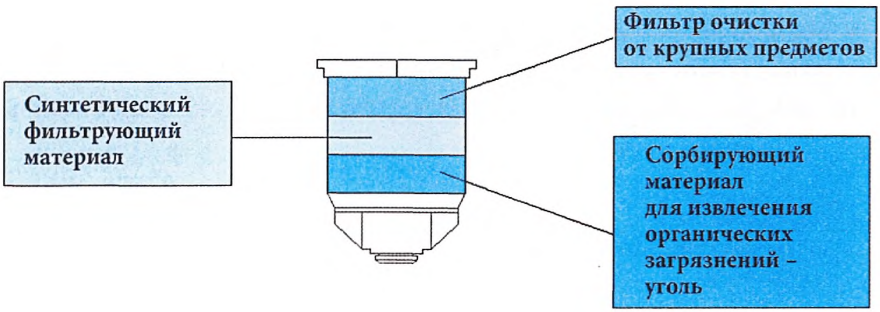


Рис.4.7.1.

Расположение комбинированного фильтрующего патрона

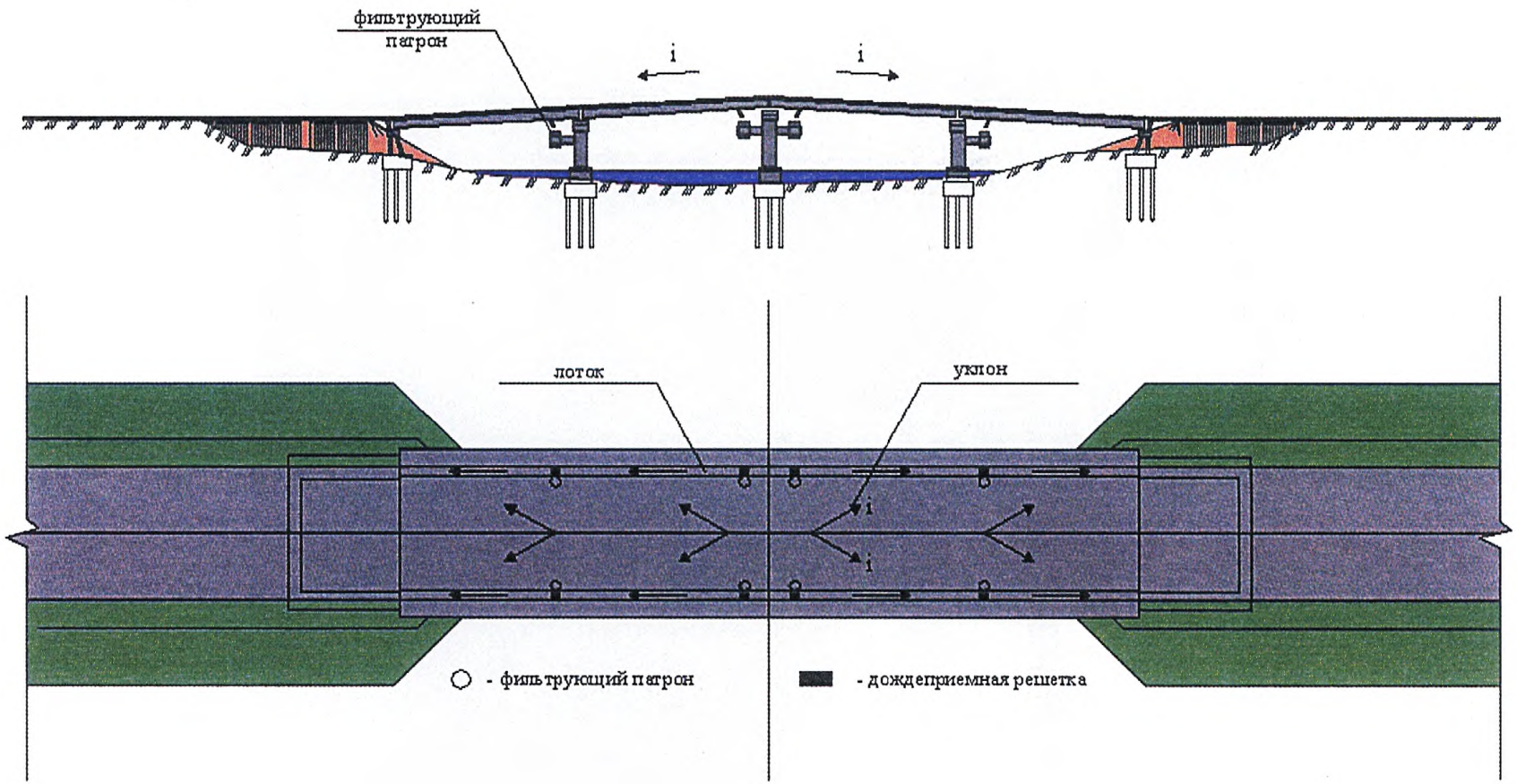


Рис.4.7.2.

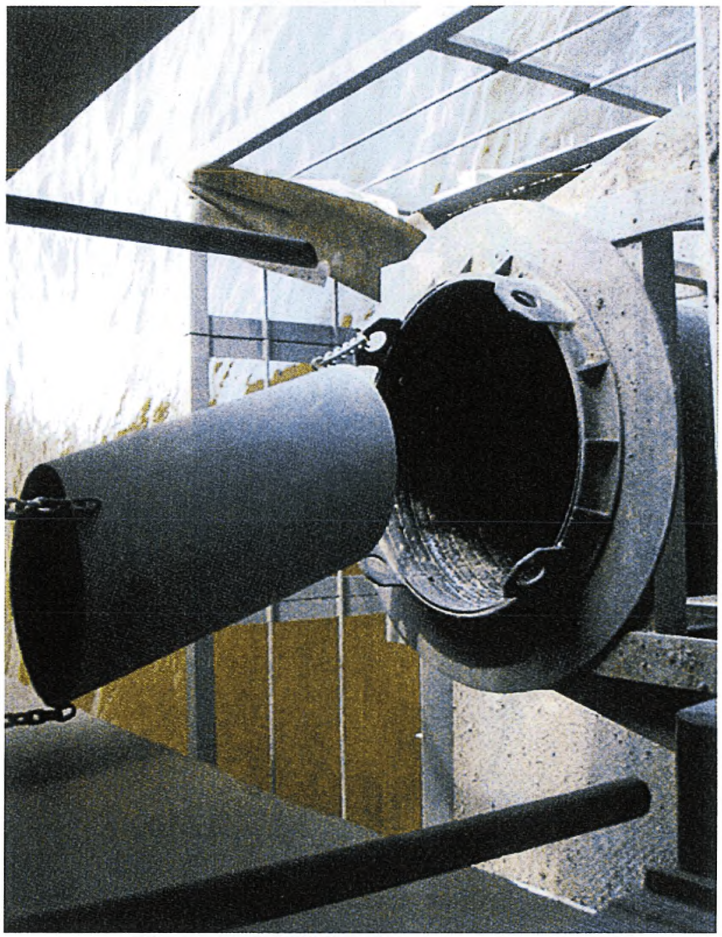


Рис.4.7.3. Комбинированный фильтрующий патрон (установка на опоре моста)

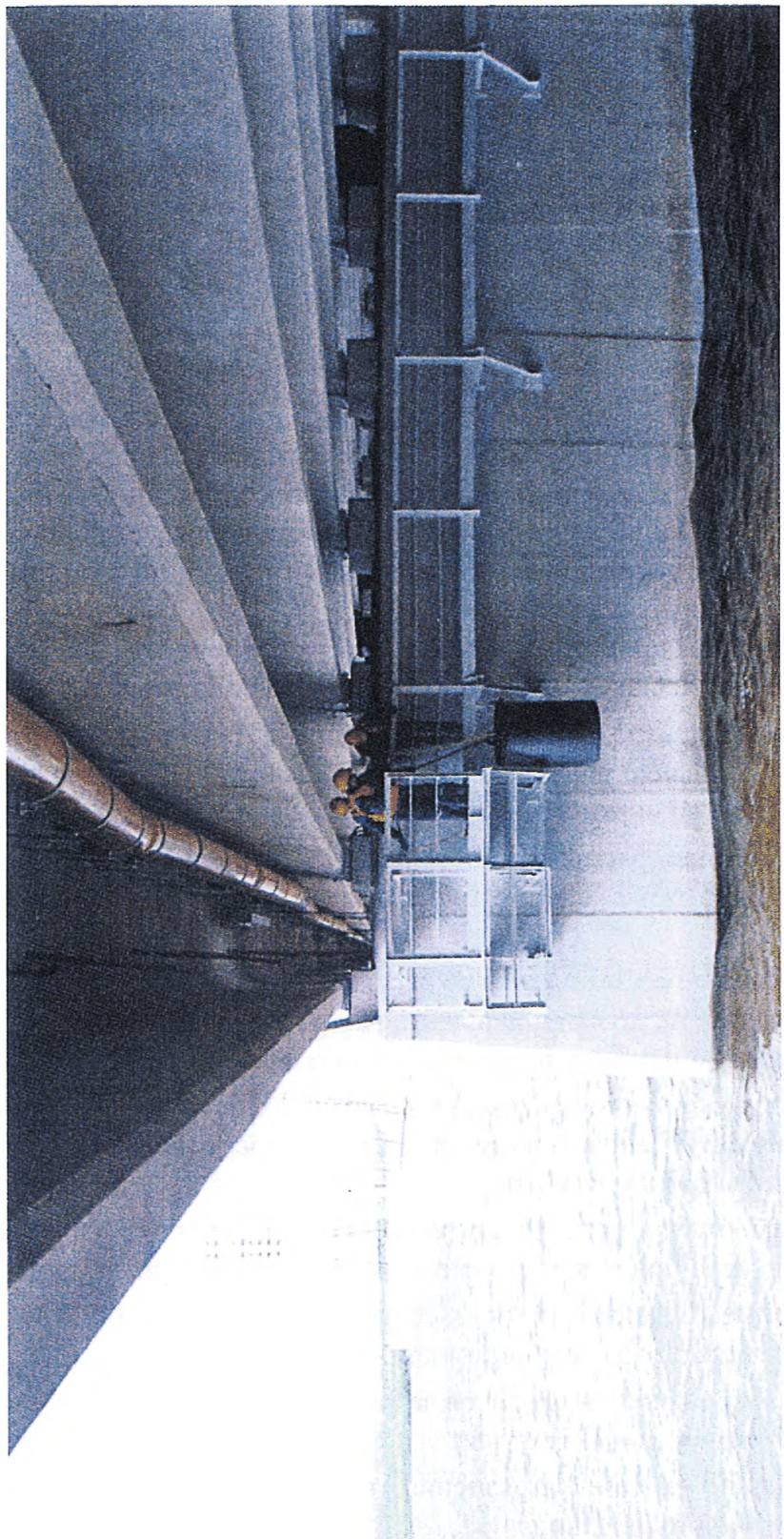


Рис.4.7.3. Комбинированный фильтрующий патрон (установка на опоре моста)

5. Экологические требования к очистным сооружениям

Размещение любого очистного сооружения на мостах сопровождается негативным влиянием на окружающую среду. Очистное сооружение часто располагается в водоохранной зоне или в непосредственной близости к ней. В связи с этим, при проектировании очистных сооружений необходимо предусматривать выполнение экологических требований к строительству и эксплуатации этих сооружений.

При выполнении проектных работ следует обеспечивать выполнение следующих экологических требований к очистным сооружениям:

- выходной коллектор очистного сооружения должен располагаться не менее чем на 0,1 м выше уровня высоких вод расчетной вероятности превышения, с учетом возможного подпора и набега волны;
- на сооружениях, расположенных у моста, должен быть предусмотрен сброс выходного расхода в русло водотока специальными лотками или коллекторами;
- располагаемые на пойменных участках, у моста и вдоль подходов к нему, сооружения не должны нарушать работу отверстия моста на пропуск водного потока и работу регулирующих сооружений;
- при расположении сооружений на насыпных островках и площадках, в пределах струенаправляющих дамб и траверс, откосы островков и площадок должны быть укреплены;
- необходимо предусматривать ограждение площадок очистных сооружений, с целью ограничения доступа посторонних лиц на их территорию.

Влияние строительства очистных сооружений на окружающую среду необходимо оценивать по следующим критериям:

- объем и концентрации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от строительной техники;
- объем и концентрации загрязнения стоков, образующихся на территории строительной площадки;

- величина образования отходов во время строительства;
- объем нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова;
- уровень шумового загрязнения во время строительства.

По результатам оценки влияния строительства очистных сооружений, необходимо на время строительства разработать следующие мероприятия, обеспечивающие выполнение экологических требований, в соответствии с действующим законодательством:

- охрана атмосферного воздуха;
- снижение загрязнения ливнестоков на строительной площадке;
- охрана и рациональное использование земельных ресурсов и почвенного покрова, в том числе мероприятия по рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова;
- мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов, образующихся во время строительства;
- мероприятия по минимизации возникновения возможных аварийных ситуаций по выбросам, сбросам и шумовому загрязнению.

За эксплуатируемыми очистными сооружениями необходимо осуществлять постоянный надзор, проводить своевременные регламентные работы, осуществлять лабораторный контроль за концентрацией веществ в очищенных стоках и не допускать превышения нормативов, установленных Разрешением на сброс загрязняющих веществ в водную среду.

В соответствии с Федеральным Законом «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 на каждое действующее очистное сооружение должна быть разработана и утверждена в установленном порядке в управлении РОСТЕХНАДЗОРа следующая разрешительная документация, определяющая экологические требования и нормативы на работу очистных сооружений:

– Проект нормативов ПДС (предельно допустимых сбросов) веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами от работы очистного сооружения, с утвержденным Разрешением на сброс загрязняющих веществ в водную среду по каждому очистному сооружению.

При работе очистных сооружений по очистке ливнестоков и при сбросе очищенных стоков в водные объекты, должны выполняться экологические требования условий выпуска в водные объекты.

Допустимая концентрация загрязняющего вещества, в сбрасываемых сточных водах, СПДС определяется по соотношениям:

$$C_{ПДС} = ПДК + (ПДК - C_ф)/n_р, \quad если\ C_ф < ПДК;$$
$$C_{ПДС} = ПДК,\ если\ C_ф \geq ПДК,$$

где *Сф* – фоновая концентрация загрязняющего вещества, мг/л;

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества водного объекта, мг/л; (*Приложение 1, таб. 1, 2, 3*)

$n_р$ – кратность разбавления поверхностных сточных вод при выпуске в водный объект.

– Проект нормативов образования отходов от работы очистного сооружения с Лимитом размещения отходов производства и потребления по каждому очистному сооружению.

Работа очистного сооружения, в процессе эксплуатации, сопровождается образованием таких видов отходов:

- песчано-илистые отложения;
- шлам нефтепродуктов;
- отработанные загрязненные фильтры различных типов (в зависимости от конструкции очистного сооружения);
- твердо-бытовые отходы, образующиеся как в результате оседания на решетке предварительной очистки ливнестоков от мусора, приносимого стекающими потоками с покрытий автодорожных мостов, а также от жизнедеятельности обслуживающего персонала очистного сооружения, если это очистное сооружение находятся на постоянном обслуживании.

Образующиеся отходы являются одним из источников загрязнения окружающей среды. В связи с этим, организация работы очистного сооружения должна предусматривать их своевременную утилизацию и переработку.

На все виды образующихся отходов должны быть заключены договора на вывоз и утилизацию.

Договора заключаются только с организациями, имеющими лицензию на переработку и утилизацию соответствующего вида отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Российской Федерации. Официальное издание. 1997 г.
2. Закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.02 № 7-ФЗ.
3. Водный Кодекс РФ от 03.06.2006 года № 74-ФЗ (редакция 18 июля 2008 г).
4. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.В. Трофименко, Г.И. Евгеньев; под. ред. Ю.В.Трофименко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.
5. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП, М.Стройиздат, 1990.
6. Касаткин А.В. Разработка метода очистки поверхностного стока с проезжей части автомобильных дорог. Автореф. дисс. … к.т.н., М.: МАДИ, 2007.
7. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
8. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
9. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», М., 2004.
10. «Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов». М.: Гипродорнии, 1995.
11. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ Водгео». М., 2006.
12. СНиП 23.01.99 Строительная климатология.
13. Трофименко Ю.В., Касаткин А.В. Пути снижения негативного воздействия масел на окружающую среду // НТЖ Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – №12, 2004
14. Биологические методы снижения автотранспортного загрязнения придорожной полосы. Ю.В. Трофименко, А.В. Лобиков. Обзорная информация. Выпуск 5. Информавтодор, 2001.
15. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Дикаревский В.С. и др. Стройиздат, Л.О. 1990.
16. Очистка стоков с инженерных сооружений. В.В. Сергеев, Н.М. Папурин, А.В. Готовцев, НПЖ Экология Производства М, №10, 2009

Приложение 1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов

Приложение 6

к Методическим указаниям по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. (Извлечение)

(Утверждены Приказом Росрыболовства от 04.08.2009 № 695,

Зарегистрировано в Минюсте РФ 03 сентября 2009 г. № 14702)

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов рыбохозяйственного значения

Таблица 1

<table>
<tr><td rowspan="2">Показатели состава и свойств воды водоема или водотока</td><td colspan="2">Категория водопользования</td></tr>
<tr><td>высшая и первая</td><td>вторая</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Взвешенные вещества</td><td colspan="2">При сбросе возвратных (сточных) вод конкретным водопользователем, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на:</td></tr>
<tr><td>0,25 мг/куб. дм</td><td>0,75 мг/куб. дм</td></tr>
<tr><td colspan="2">В водных объектах рыбохозяйственного значения при содержании в межень более 30 мг/дм^3 природных взвешенных веществ допускается увеличение содержания их в воде в пределах 5%.
Возвратные (сточные воды), содержащие взвешенные вещества со скоростью осаждения более 0,4 мм/сек., запрещается сбрасывать в водотоки и более 0,2 мм/сек. – в водоемы.</td></tr>
<tr><td>Плавающие примеси (вещества)</td><td colspan="2">На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей</td></tr>
</table>

Показатели состава и свойств воды водоема или водотока	Категория водопользования	
	высшая и первая	вторая
Температура	Температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5 °С с общим повышением температуры не более чем до 20 °С летом и 5 °С зимой для водных объектов, где обитают холоднолюбивые рыбы (лососевые и сиговые), и не более чем до 28 °С летом и 8 °С зимой в остальных случаях. В местах нерестилищ налима запрещается повышать температуру воды зимой более чем на 2 °С	
Водородный показатель (pH)	Не должен выходить за пределы 6,5 – 8,5	
Минерализация воды	Нормируется согласно категориям рыбохозяйственных водных объектов и его участков	
Растворенный кислород	В зимний (последний) период должен быть не менее:	
	6,0 мг/дм^3	4,0 мг/дм^3
	В летний (открытый) период во всех водных объектах должен быть не менее 6 мг/дм^3	
Биохимическое потребление кислорода БПКполн	При температуре 20°С не должно превышать:	
	3,0 мг/дм^3	3,0 мг/дм^3
	Если в зимний период содержание растворенного кислорода в водных объектах высшей и первой категории снижается до 6,0 мг/дм^3, в водных объектах второй категории до 4 мг/дм^3, то можно допустить сброс в них только тех сточных вод, которые не изменяют БПК воды	
Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов рыбохозяйственного значения в концентрациях, превышающих нормативы ПДК веществ.	
Токсичность воды	Сточная вода на выпуске в водный объект не должна оказывать острого токсического действия на тест-объекты. Вода водного объекта в контрольном створе не должна оказывать хронического токсического действия на тест-объекты	

Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения,

в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.

(Извлечение)

(Утверждены Приказом Росрыболовства от 18.01.2010 № 20, Зарегистрировано в Минюсте РФ 9 февраля 2010 г. № 16326)

Таблица 2

№п/п	Вещество	лпв	пдк, мг/дм^3	Класс опасности	Метод анализа. Контролируемый показатель
344	Железо Fe	Токс. Токс.	0,1 0,05**	4 2	ИСП, ААС
386	Кадмий Cd	Токс. Токс.	0,005 0,01**	2 2	ИСП, ААС
501	Медь Cu	Токс. Токс.	0,001 0,005**	3 3	ИСП, ААС
601	Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	Рыб-хоз. (запах мяса рыб)	0,05	3	ИК, ГХ, ГХМС, гравиметрия
749	Свинец Pb	Токс. Токс.	0,006 0,01**	2 3	ААС,ИСП по pb
964	Хлорид-анион Cl	Сан.-токс. токс	300,0 11900** при 12 – 18%	4э 1	Ионная хроматография, электрохимия
1018	Цинк Zn	Токс. Токс.	0,01 0,05**	3 3	ИСП, ААС

Примечания:

** – ПДК установлены для морей или их отдельных частей.

ААС – атомно-абсорбционная спектроскопия.

ГХ – газовая хроматография.

ГХМС – хроматомасс-спектрометрия.

ИК – инфракрасная спектроскопия.

ИСП – метод индуктивно связанной плазмы.

«токс» – токсикологический (прямое токсическое действие веществ на водные биологические ресурсы).

«сан» – санитарный (нарушение экологических условий: изменение трофности водных объектов рыбохозяйственного значения; гидрохимических показателей: кислород, азот, фосфор, pH; нарушение самоочищения воды водных

объектов рыбохозяйственного значения: БПК5 (биохимическое потребление кислорода за 5 суток); численность сапрофитной микрофлоры).

«сан-токс» – санитарно-токсикологический (действие вещества на водные биологические ресурсы и санитарные показатели водных объектов рыбохозяйственного значения).

«орг» – органолептический (образование пленок и пены на поверхности воды водных объектов рыбохозяйственного значения, появление посторонних привкусов и запахов в воде водных объектов рыбохозяйственного значения, выпадение осадка, появление опалесценции, мутности и взвешенных веществ, изменение цвета воды водных объектов). При этом указывается расшифровка характера изменения органолептических свойств воды водных объектов рыбохозяйственного значения (например, «рыб-хоз» – рыбохозяйственный (изменение товарных качеств видов водных биологических ресурсов, отнесенных к объектам промышленного и прибрежного рыболовства: появление неприятных и посторонних привкусов и запахов).

Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

(Извлечение)

Таблица 3

№ п/п	Наименование вещества	N CAS	Формула	Величина ПДК, мг/л	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
555	Железо (включая хлорное железо) по Fe			0,3	орг. окр.	3
573	Кадмий	7440-43-9	Cd	0,001	Сан. токсиколог.	2
715	Медь	7440-50-8	Cu	1	Орг. привк.	3
865	Нефть	8002-05-9		0,3	Орг. пл.	4
1028	Свинец	7439-92-1	Pb	0,01	Сан. токсиколог.	2
1250	Хлориды (по Cl)			350	Орг. привк	4
1299	Цинк	7440-66-6	Zn	1	Общ	3

Приложение 2

Критерии выбора очистных сооружений

Степень и характер загрязнения поверхностного стока с автодорожных мостов зависит от следующих факторов:

- площади и технического состояния мостового покрытия;
- интенсивности движения;
- категории дороги;
- технического состояния движущегося автотранспорта;
- частоты уборки мостов и подходов к ним;
- распределения противогололедных реагентов;
- состояния бассейна водосбора и категории водопользования;
- гидрометеорологических параметров выпадающих осадков, интенсивности и продолжительности дождей, предшествующего периода сухой погоды, интенсивности процесса весеннего снеготаяния.

Загрязняющие вещества, присутствующие в поверхностном ливневом стоке с автодорожных мостов, классифицируются следующим образом:

- минеральные и органические примеси естественного происхождения, образующиеся в результате выноса грунта с обочин и эрозии почвы, – грубодисперсные примеси (частицы песка, глины, гумуса), а также растворенные органические и минеральные вещества;
- вещества техногенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии – потери нефтепродуктов, продукты сгорания топлива и износа транспортных средств, шин, истирания дорожных покрытий, соли и другие антигололедные реагенты, вымываемые компоненты дорожных покрытий, потери при транспортировке различных грузов, а также при авариях.

Оценка загрязнённости вод поверхностного ливневого стока с автодорожных мостов проводится по следующим ингредиентам: взвешенные вещества, нефтепродукты, БПК, хлориды. Перечень загрязняющих веществ может дополняться для каждого объекта на основании данных анализов поверхностного стока, проводимых специализированными лабораториями, или данных по характеристикам стока для объектов-аналогов.

Учитывая условия, в которых находятся и работают очистные сооружения, а также специфику состава и объемы поверхностных сточных вод с мостовых сооружений, определяются критерии, которым должны соответствовать современные очистные сооружения:

- высокая эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ, тяжелых металлов и снижение БПК;
- отсутствие отрицательных воздействий на здоровье человека и окружающую среду;
- отсутствие отрицательного воздействия образующихся отходов;
- возможность работы при отрицательных температурах, характерных для региона;
- материальные и временные затраты на возведение и эксплуатацию должны быть, по возможности, минимальны;
- простота и надежность конструкции.

Степень очистки поверхностного ливневого стока с автодорожных мостов определяется условиями приема его в системы водоотведения города или условиями выпуска в водные объекты.

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

Поверхностные сточные воды содержат загрязняющие компоненты природного и техногенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии, поэтому для обеспечения требуемого эффекта очистки, необходимо на мостах дорог высоких категорий с большой интенсивностью движения применять многоступенчатые схемы очистки загрязненных поверхностных стоков, включающие различные методы удаления загрязняющих веществ.

При отведении поверхностного стока в водный объект, приоритетным показателем при выборе технологической схемы очистки является содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов, осевших на грубодисперсных примесях или присутствующих в свободном состоянии (в виде пленки), в эмульгированном или растворенном виде. Учитывая, что основное количество нефтепродуктов сорбируется на взвесях (до 90 %), на первой стадии очистки поверхностного стока, для удаления основной массы взвешенных веществ и нефтепродуктов, целесообразно применять безреагентное отстаивание.

В качестве сооружений механической очистки могут использоваться различные типы отстойных сооружений: горизонтальные и ради-

альные отстойники, нефтеловушки, пруды, аккумулирующие емкости и накопители. Эффект снижения концентрации взвешенных веществ и нефтепродуктов при отстаивании поверхностного стока в течение 1–2 суток, может составлять 80–90 %; растворенных органических веществ по БПК20 – 60–80 %; по ХПК – 80–90 %. Из-за значительного содержания в поверхностном стоке мелкодисперсных примесей гидравлической крупностью менее 0,2 мм/с остаточная концентрация взвешенных веществ в отстоянной воде может составлять 50–200 мг/л, нефтепродуктов – 0,5–10 мг/л с селитебных территорий. При этом остаточное содержание растворенных органических соединений в пересчете на ХПК и БПК20 может составлять 50–100 и 20–30 мг/ л соответственно.

Для более глубокой очистки и интенсификации процессов осветления поверхностного стока, рекомендуется применять реагентную обработку коагулянтами, с последующим фильтрованием через различные фильтрующие загрузки из природных или синтетических материалов.

Доочистка поверхностного стока от растворенных форм нефтепродуктов до уровня ПДК водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового (0,3 мг/л) и рыбохозяйственного пользования (0,05 мг/л), а также очистка от специфических загрязняющих компонентов (ионов тяжелых металлов, и т. д.) должны осуществляться специальными методами на завершающем этапе очистки. Для этого в технологическую схему могут быть включены стадии сорбции, биоокисления в сочетании с сорбцией (биосорбция).

Выбор конструкции очистных сооружений

Выбор метода очистки поверхностного стока, а также тип и конструкция очистных сооружений (открытые или закрытые) определяются их производительностью, необходимой степенью очистки по приоритетным показателям загрязнения и гидрогеологическими условиями (наличием территории под строительство, рельефом местности, уровнем грунтовых вод и т. д.).

В технологических регламентах очистки поверхностного стока, на сооружениях любой производительности, необходимо предусматривать технические решения по организации удаления осадков и всплывающих веществ.

Механическая очистка

В качестве сооружений и устройств механической очистки могут применяться решетки, сетки, песколовки, гидроциклоны открытого и на-

порного типа, аккумулирующие резервуары-отстойники, нефтеловушки и фильтры, работающие в безреагентном режиме.

Для эффективной и стабильной работы всего комплекса очистных сооружений технологическая схема должна предусматривать предварительную очистку поверхностного стока на решетках и песколовках, с целью задержания плавающего мусора и крупных механических примесей минерального происхождения (песка и глины).

Установку решеток для задержания мусора следует предусматривать перед сооружениями для регулирования и очистки поверхностного стока. Ширина отверстий решетки не должна превышать 10 мм. Для объектов с площадью стока до 100 га допускается применение решеток с ручной очисткой; при площади стока более 100 га рекомендуются механизированные решетки. Очистку решеток необходимо производить после каждого дождя, для чего они должны быть оснащены узлами сбора и удаления мусора.

Для удаления из поверхностного стока частиц песка, содержание которого в дождевом стоке колеблется от 10 до 15 %, а в талом – до 20 % массы взвешенных веществ, следует применять горизонтальные или тангенциальные песколовки. Песколовок или отдельных секций должно быть не менее двух (все рабочие). Расчет песколовок следует выполнять согласно указаниям СНиП 2.04.03–85 [8].

Для расчета песковых бункеров следует принимать: влажность песка 60–70 %; объемную массу шламовой пульпы 1,2–1,5 т/м^3; зольность задержанного песка 80–90 %; содержание нефтепродуктов в обезвоженном осадке не более 3 %.

В схемах, где отсутствуют аккумулирующие резервуары-отстойники, для удаления из поверхностного стока основной массы взвешенных веществ и нефтепродуктов, рекомендуется применять различные конструкции отстойных сооружений: горизонтальные и радиальные отстойники, пруды-отстойники, тонкослойные полочные отстойники и нефтеловушки. Тип отстойных сооружений следует выбирать, исходя из производительности очистных сооружений, необходимого эффекта осветления сточных вод и наличия площадей под строительство.

При больших расходах поверхностного стока и благоприятных топографических и гидрогеологических условиях, экономически целесообразно применять пруды-отстойники с последующей глубокой доочисткой усредненного стока.

Расчет отстойных сооружений рекомендуется производить по гидравлической крупности частиц, выделение которых обеспечивает требуемый эффект очистки. Учитывая, что поверхностный сток содержит значитель-

ное количество мелкодисперсных примесей, расчет отстойных сооружений всех типов рекомендуется выполнять для частиц гидравлической крупностью 0,2 мм/с и более, что при высоте зоны отстаивания 2 м и продолжительности отстаивания 1–2 ч обеспечивает эффект осветления не менее 60–65 %.

Эффективность выделения нефтепродуктов в дождевом стоке при отстаивании в течении 1–2 ч составляет 70–80 % при их остаточной концентрации в пределах 10 мг/ л.

При проектировании отстойников основное внимание необходимо уделять узлам распределения и сбора воды, а также обеспечению простоты и надежности приспособлений для удаления осевшего шлама и выделенных нефтепродуктов.

Для повышения эффекта осветления сточных вод, при ограниченности территории, выделяемой под очистные сооружения, или при расположении отстойников в помещении, целесообразно применение горизонтальных тонкослойных отстойников с блоками параллельных пластин, работающих по перекрестной схеме взаимного движения потока воды и сползающего с пластин осадка. Установка модулей позволяет повысить эффект задержания механических примесей, по сравнению с типовыми сооружениями на 20–30 % при сокращении продолжительности отстаивания стоков в 2–3 раза.

Угол наклона пластин в ярусах следует принимать 60–70°, а расстояние между ними по вертикали 70–100 мм. Удаление осадка из приямков рекомендуется производить периодически в самотечный лоток или в воронки, присоединенные к самотечному трубопроводу, отводящему осадок в накопительную емкость.

Удаление всплывших нефтепродуктов может производиться поворотными щелевыми трубами, расположенными в начале и конце секций отстойника. К поворотным трубам нефтепродукты транспортируются скребками с ручным или электрическим приводом. Более эффективное удаление нефтепродуктов производится нефтесборниками. В этом случае содержание воды в удаленных нефтепродуктах может изменяться в пределах 2–10 %.

При использовании аккумулирующего резервуара не только для регулирования расхода, но и для предварительной механической очистки, следует предусматривать эффективные и надежные технические решения для периодического сбора и удаления всплывающих веществ и оседающих механических примесей. Для сбора и удаления всплывших нефтепродуктов следует использовать современные нефтесборные устройства (скиммеры), обеспечивающие эффективную эксплуатацию в условиях значительного

колебания уровня заполнения аккумулирующего резервуара. В аккумулирующих резервуарах небольшого объема, целесообразно устройство днища в виде ряда пирамидальных иловых приямков, с уклоном стенок не менее 45°. Периодический забор осадка из иловых приямков в этом случае производится специальным автотранспортом. В резервуарах значительного объема, иловые приямки следует устраивать в виде заглубленных относительно днища поперечных или продольных лотков с уклоном стенок не менее 45° и уклоном днища резервуара к лоткам не менее 0,05. Для удаления осадка с площади днища в лотки и приямки может быть использован гидросмыв. Суммарный объем приямков определяется, исходя из возможного объема осадка при принятой периодичности его удаления. Высота зоны отстаивания в резервуарах принимается в пределах 1,5–4 м, высота борта резервуара над максимальным уровнем воды – не менее 0,3–0,5 м, высота защитной зоны над максимальным уровнем осадка – не менее 0,3–0,5 м.

При значительных размерах аккумулирующего резервуара-отстойника периодическую очистку днища резервуара от тяжелых механических примесей (песка) целесообразно производить бульдозерами и погрузчиками, для чего следует предусматривать соответствующие пандусы и площадки перегрузки осадка.

Гидроциклоны рекомендуется применять для осветления поверхностных сточных вод на первой стадии их очистки, а также для сгущения сырого осадка, выделенного в отстойных сооружениях. Открытые гидроциклоны используются для выделения из сточных вод всплывающих и оседающих грубодисперсных примесей, напорные гидроциклоны – только для оседающих агрегативно-устойчивых примесей – частиц песка, глины и других минеральных примесей поверхностного стока. Открытые гидроциклоны без внутренних устройств рекомендуется применять для очистки сточных вод от примесей гидравлической крупностью 5 мм/с и более; открытые гидроциклоны с внутренним цилиндром и диафрагмой – от примесей гидравлической крупностью 0,2 мм/с и более, а также для выделения скоагулированных взвешенных частиц и нефтепродуктов при расходе стоков до 200 м^3/ч на один аппарат. Расчет гидроциклонов сводится к определению пропускной способности и крупности частиц задерживаемых примесей.

Фильтрование

При доочистке поверхностного стока от нефтепродуктов и других техногенных загрязняющих веществ сорбцией, перед угольными фильтрами следует предусматривать двухступенчатое фильтрование, с целью сниже-

ния концентрации взвешенных веществ до 1–2 мг/л. Для удобства эксплуатации на каждой ступени очистки необходимо предусматривать установку не менее двух рабочих фильтров. Первая ступень загружается более крупной фракцией (песок 2–5 мм), вторая – мелкой (песок 0,8–2 мм).

В качестве тяжелых загрузок фильтров могут быть использованы: кварцевый песок, гранитная крошка, гидроантрацит, керамзит, горелая порода. В качестве легких материалов могут применяться: крошка полиуретана, полистирол. Особое внимание при фильтровании через зернистые загрузки должно быть уделено процессам их промывки.

Направление фильтрования в фильтрах с зернистой загрузкой – сверху вниз. Скорость фильтрования 5–10 м/ч.

Для водовоздушной промывки зернистых загрузок фильтров рекомендуется принимать интенсивность подачи воды 10–12 л/(с · м^2), воздуха – 20 л/(с · м^2), продолжительность – не менее 6–7 мин. При водовоздушной промывке вода и воздух подаются попеременно. Одновременная их подача исключается, так как приводит к выносу загрузки. Процесс промывки фильтров рекомендуется автоматизировать.

Требуемая интенсивность подачи промывной воды определяется эффективностью восстановления загрузки и уточняется экспериментально. Промывная вода направляется в аккумулирующий резервуар.

Рекомендации по конструктивному решению узла интенсивной регенерации загрузки выдаются организациями-разработчиками.

Для фильтрования могут быть использованы патронные фильтры. Продолжительность использования нерегенерируемого материала не менее 3–4 месяцев, также должны быть решены вопросы утилизации отработанного материала.

Биологическая очистка

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

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

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

Применение загрузочных материалов, на стадии биологической очистки поверхностных сточных вод, рекомендуется для повышения производительности очистных сооружений при обработке слабоконцентрированных дождевых вод при БПКполн ниже 50 мг/л и наличии в воде трудноокисляемых органических соединений, характеризующихся низким приростом активного ила.

В случае присутствия в поверхностных сточных водах трудноокисляемых органических загрязнений (СПАВ, нефтепродукты и др.), в качестве загрузочного материала рекомендуется использовать активированный уголь (гранулированный, фракцией 1–3 мм или порошкообразный). Сочетание биологических и сорбционных процессов в одном сооружении обеспечивает качество очищенных сточных вод, удовлетворяющее требованиям на сброс в водоемы рыбохозяйственного значения.

Совмещение биологических и сорбционных процессов, с применением дробленых цеолитов (фракцией 1–3 мм), позволяет интенсифицировать процесс нитрификации и обеспечить глубокое удаление аммонийного азота из поверхностного стока до требований на сброс в водоемы рыбохозяйственного значения.

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

Адсорбция

Глубокая доочистка поверхностных сточных вод с мостовых сооружений от нефтепродуктов и других органических веществ достигается на сорбционных фильтрах с плотным слоем загрузки гранулированного активированного угля крупностью 0,8–5 мм. Глубокой доочистке должны подвергаться дождевые, талые и поливомоечные воды после механической и реагентной очистки и фильтрования через фильтры с нейтральной

зернистой загрузкой. Проектирование и расчет сорбционных установок надлежит выполнять в соответствии со СНиП 2.04.03–85 [8].

Содержание взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на адсорберы, не должно превышать 2 мг/л, нефтепродуктов – 2 мг/л. При выключении одного адсорбера скорость фильтрования на остальных не должна увеличиваться более чем на 20 %.

Выгрузку активированного угля из адсорбера следует производить насосом, гидроэлеватором или шнеком при относительном расширении загрузки на 20–25%, создаваемом восходящим потоком воды со скоростью 40–45 м/ч.

Обработка осадка

При очистке поверхностных сточных вод в аккумулирующих емкостях, отстойниках и песколовках образуется осадок. Он содержит в основном частицы песка и глины с адсорбированными органическими загрязнениями, нефтепродуктами, соединениями тяжелых металлов и другими загрязнениями, присутствующими в стоке. Осадок поверхностных сточных вод представляет собой специфичный по составу и свойствам многотоннажный и экологически вредный вид отхода, который может содержать опасные для человека микробы и микроорганизмы. По технологическим свойствам осадок относится к труднофильтруемым дисперсным системам, с низкой водоотдающей способностью. Состав и свойства осадка могут изменяться в значительной степени, в зависимости от условий образования и качественного состава поверхностного стока, продолжительности накапливания осадка в отстойных сооружениях. При длительном накапливании может происходить его загнивание.

При проектировании очистных сооружений любой производительности необходимо предусматривать технические решения по организованному удалению осадка из емкостных сооружений, для его обезвоживания и вывоза на свалки или для утилизации. При необходимости, санитарное обеззараживание осадка производится в месте его складирования или утилизации, по рекомендациям специализированных организаций.

В зависимости от степени загрязнения поверхностных сточных вод и способа их очистки, количество осадка составляет примерно 0,5–2 % объема очищаемой воды. Влажность осадка, выгружаемого из отстойных сооружений, может составлять 96–99 %, содержание органических веществ может изменяться в пределах 20–40%, нефтепродуктов – 3–5 %, в расчете на сухой осадок.

Количество осадка $W_{ос}$, м³/сут, выделяемого в отстойных сооружениях, можно приблизительно определить, исходя из концентрации взвешенных веществ в поступающем и отстоянном стоке, по формуле:

$$W_{ос} = Q(C_{о} - C_{ос})/(100 - b)\rho_{ос} \cdot 10^{4}, \quad (1)$$

где Q – расчетный расход сточных вод, м³/сут;

$C_{о}$ и $C_{ос}$ – концентрации взвешенных веществ в поступающем и отстоянном стоке, г/м³;

b – влажность осадка, %;

$\rho_{ос}$ – объемная масса осадка, г/дм³, обычно составляет 1,015–1,06 г/дм³ при влажности 96–99 %.

Количество песка, задерживаемого в песколовках, применяемых на очистных сооружениях поверхностного стока, составляет в среднем 15 % массы взвешенных веществ, содержащихся в поверхностных сточных водах. Зольность песка составляет примерно 80–90%, влажность 60–70 %, содержание нефтепродуктов – до 3 %, в расчете на сухое вещество.

Емкостные сооружения по очистке поверхностных сточных вод должны быть оборудованы устройствами для периодического удаления осадка с помощью гидроэлеваторных или насосных установок, в ряде случаев, следует предусматривать принудительное перемещение осадка по днищу емкостных сооружений к бункерам.

Конструкции и режим работы скребковых устройств или систем для гидросмыва осадка определяют при проектировании. При этом следует учитывать, что в головной части емкостных сооружений выпадает грубодисперсный, более тяжелый осадок с высоким содержанием песка. Влажность осадка, откачиваемого из головной части отстойных сооружений, составляет в среднем 96 %, в конце отстойных сооружений 98,7–99,5 %. Периодичность удаления осадка и песка из песколовок, отстойников и аккумулирующих емкостей определяется технологическим регламентом на эксплуатацию очистных сооружений. В случае применения минеральных реагентов, при отстаивании или флотации поверхностных сточных вод, следует учитывать соответствующее увеличение объема осадка.

Для обезвоживания осадка поверхностного стока могут применяться дренажные иловые площадки и установки для механического обезвоживания. Метод обезвоживания определяется производительностью и условиями размещения очистных сооружений.

Дренажные (иловые) площадки рекомендуется применять на искусственном основании с дренажем или как площадки-уплотнители, оборудованные устройством для отвода иловой воды. Нагрузка на площадки с дренажем принимается 3 $м^3/(м^2 \cdot год)$, на площадки-уплотнители 2 $м^3/(м^2 \cdot год)$.

При разработке технологии организованного удаления осадка поверхностного стока необходимо рассматривать возможность его использования, как вторичного сырьевого продукта. Направлением утилизации осадка является использование его в производстве строительных материалов, при планировочных работах или в качестве рекультиванта. Условия применения осадка как сырья, определяют технологическую схему его обра ботки, необходимость и глубину обезвоживания, корректировки состава, обеззараживания.

Приложение 3

Рекомендации по содержанию и эксплуатации очистного сооружения

Основными причинами, нарушающими нормальную работу очистного сооружения, являются:

– перегрузка, как по количеству, так и по качеству поступающих стоков;

– весенние, осенние и ливневые паводки, если сооружение в целом или отдельные объекты, находятся в заливаемой водами зоне;

– несоблюдение сроков планово-предупредительного ремонта;

– нарушение обслуживающим персоналом технической эксплуатации и правил техники безопасности;

– несвоевременное удаление из сооружения отстоявшихся нефтепродуктов и осадков;

– перерыв в электроснабжении, для сооружения, использующего оборудование, работающее от электричества;

Для обеспечения нормальной и бесперебойной работы очистного сооружения необходимо установить оптимальный режим работы каждой ступени очистки:

– не допускать переполнения сооружения сточными водами и заиления;

– следить за расходом воды, поступающей на фильтры (не допускать его увеличения более Проектных расходов);

– своевременно удалять крупные отбросы из камеры грубой очистки;

– нефтепродукты необходимо удалять, по мере накопления, при помощи илососной машины или другого оборудования в емкость для нефтепродуктов, с последующей утилизацией.

При эксплуатации биологических прудов целесообразно постоянно контролировать режим наполнения прудов, не допуская их переполнения и просачивания воды через габионовые ограждающие стенки; вести систематический надзор за состоянием ограждающих стенок из габионов и обеспечивать своевременное исправление в них замеченных нарушений; регулярно вести наблюдения за процессом очистки сточных вод, контро-

лировать содержание растворенного кислорода в воде и состав очищенных сточных вод, выпускаемых в водоем.

В период эксплуатации прудов дополнительного отстаивания необходимо не допускать образования сплошного слоя нефти и нефтепродуктов в отделениях пруда. По мере накопления, их удаляют с помощью шарнирных труб или других приспособлений. Один-два раза в год необходимо определять количество и положение уровня осадка и на основании замеров составлять профили поверхности отложившегося шлама и его объем. Очищать пруды в зависимости от количества накопившегося шлама, но не реже одного раза в два года. Регулярно осматривать техническое состояние оборудования пруда, ограждающего обвалования и принимать надлежащие меры для устранения обнаруженных неисправностей.

При эксплуатации вторичных отстойников, необходимо помнить о обеспечении заданного режима отстаивания; обеспечивать заданный режим удаления избыточного активного ила; не допускать образования залежей и уплотнения активного ила в отстойниках; своевременно удалять с поверхности отстойников плавающую пленку или пену.

Своевременно, в соответствии с утвержденным техническим регламентом, для каждого очистного сооружения следует проводить замену фильтров и осуществлять лабораторный контроль за состоянием стоков, прошедших очистку.

Неукоснительно соблюдать действующие правила безопасности при работе с машинами и механизмами.

Приложение 4

Пример расчета объема стока, отводимого на очистное сооружение

1. Исходные данные

1.1. Мостовое сооружение с подходами имеет площадь поверхностного стока 3,90 га и находится в Московской области,

в том числе:

– с асфальтированных покрытий –
2,45 га (мост L – 155 м, Г 33 + 2 × 1,5
Подходы к мосту 568 м × 33 м);

– с газонов –1,45 га.

1.2. Отведение сточных вод осуществляется в водный объект рыбохозяйственного значения.

2. Определение количественных характеристик поверхностного стока с территории водосбора.

- среднегодовые и максимальные суточные объемы поверхностного стока (дождевого, талого и поливо-моечного), используемые при расчете нормативов ПДС и аккумулирующих резервуаров;
- расчетные расходы дождевых и талых вод в коллекторы дождевой канализации;
- расчетные расходы поверхностных сточных вод при отведении их на очистку и в водные объекты.

Все расчеты поверхностных стоков и условия выпуска их в водные объекты проводятся в соответствии с рекомендациями. [11]

2.1. Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод.

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора, определяется как сумма поверхностного стока за теплый (апрель-октябрь) и холодный (ноябрь – март) периоды года с общей площади водосбора объекта по формуле (4) рекомендаций [11]

$$W_Г = W_Д + W_Т + W_М ,$$

где: $W_Д$, $W_Т$ и $W_М$ – среднегодовой объем дождевых, талых и поливо-моечных вод, в м^3.

Среднегодовой объем дождевых ($W_Д$) и талых ($W_Т$) вод, в м^3, определяется по формулам (5) и (6) п. 5.1.2 :

$$W_Д = 10 \times h_Д \times \Psi_Д \times F = 10 \times 443 \times 0,634 \times 3,90 = 10953,6 \text{ м}^3/\text{год}$$
$$(\text{или } 52,166 \text{ м}^3/\text{сут}) ,$$

$$W_Т = 10 \times h_Т \times \Psi_Т \times F = 10 \times 201 \times 0,700 \times 3,90 = 5487,3 \text{ м}^3/\text{год} ,$$
$$(\text{или } 783,9 \text{ м}^3/\text{сут})$$

где: F – расчетная площадь стока, в га;
$h_Д$ – слой осадков за теплый период года, $h_Д$ = 443 мм (определяется по *таблице 2* СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»);
$h_Т$ – слой осадков за холодный период года, $h_Т$ =201 мм (определяется по *таблице 1* СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»);
$\Psi_Д$ и $\Psi_Т$ – общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно определяется как средневзвешенная величина, согласно указаниям п.п. 5.1.3 – 5.1.5 рекомендаций [11].

Общий годовой объем поливо-моечных вод ($W_М$), в м^3, стекающих с площади водосбора определяется по формуле (7) п. 5.1.6. рекомендаций [11]:

$$W_М = 10 \times m \times k \times F_М \times \Psi_М = 10 \times 1,5 \times 150 \times 0,5 \times 1,39 = 1564 \text{ м}^3/\text{год} ,$$

где: m – удельный расход воды на 1 мойку дорожных покрытий, при механизированной уборке территории принимается 1,2 –1,5 л/м^2, при ручной – 0,5 л/м^2;
$\Psi_М$ – коэффициент стока для поливо-моечных вод принимается равным 0,5;
k – среднее количество моек в году составляет 100 – 150;
$F_М$ – площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га. (ориентировочно составляет 50-60% от площади твердых покрытий)

Тогда средний годовой объем поверхностных сточных вод с площади моста составляет:

$$W_Г = W_Д + W_Т + W_М = 10953,6 + 5487,3 + 1564 = 18004,9 \text{ м}^3/\text{год} .$$

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

Объём дождевого стока от расчётного дождя ($W_{оч}$) в м³, отводимого на очистные сооружения, определяется по формуле (8) п. 5.2.1 рекомендаций [11]:

$$W_{оч} = 10 \times h_a \times F \times \Psi_Д, м^3,$$

где: h_a – максимальный слой осадков за дождь, в мм, сток от которого подвергается очистке в полном объёме;

$\Psi_Д$ – средний коэффициент стока для расчетного дождя, $\Psi_Д = 0,634$ (определяется как средневзвешенная величина по данным табл.11, п. 5.3.8);

F – общая площадь стока, F = 3,90 га.

Так как автодорожные мосты относятся по степени загрязнённости поверхностного стока к первой группе, величина h_a определяется в соответствии с п. 5.2.2 рекомендаций [11] при помощи соответствующей функции распределения вероятности (ФРВ) суточного слоя жидких осадков для данной местности, в период с положительными среднемесячными температурами воздуха и периодом однократного превышения расчётной интенсивности P = 0,05 – 0,1 года.

Для Московской области величина h_a для дождей с периодом однократного превышения P = 0,075 года составляет 6,50 мм (расчет *см. Приложение 5* рекомендаций [11]).

Таким образом,

$$W_{оч} = 10 \times 6,5 \times 3,90 \times 0,634 = 160,7 м^3.$$

Максимальный суточный объём талых вод ($W_{т\,сут}$), отводимых на очистные сооружения в середине периода снеготаяния, определяется по формуле (10) п. 5.2.6 рекомендаций [11]:

$$W_{т.сут} = 10 \times \Psi_Т \times K_у \times F \times h_c = 10 \times 0,7 \times 0,372 \times 3,90 \times 20 = 203,1 м^3/сут.,$$

где $\Psi_Т$ – общий коэффициент стока талых вод, принимается 0,7 (*см.* п. 5.1.5);

F – общая площадь стока, F = 3,90 га;

$K_у$ – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле

$$K_у = 1 - F_у / F = 1 - 2,45/3,9 = 0,372.$$

где: F_y – площадь, очищаемая от снега, оборудованная внутренними водостоками);
h_c – слой талых вод за 10 дневных часов принимается 20 мм (определяются по карте районирования снегового стока Приложения 1).

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

2.3.1. Расчетный расход дождевых вод.

Расходы дождевых вод в коллекторах дождевой канализации, отводящих сточные воды с площади моста, следует определять по методу предельных интенсивностей, согласно указаниям раздела 5.3 рекомендаций [11]:

– при постоянном коэффициенте стока (Ψ_{mid}) по формуле (12):

$$Q_r = \Psi_{mid} \times A \times F / t_r^n = 0{,}634 \times 671{,}15 \times 3{,}9 / 100{,}71 = 323{,}535 \text{ л/с};$$

– при переменном коэффициенте стока (Ψ_{mid}) по формуле (20):

$$Q_r = z_{mid} \times A^{1,2} \times F / t_r^{1,2n-0,1} = 0{,}201 \times 671{,}15^{1,2} \times 3{,}9 / 101{,}2 \times 0{,}71 - 0{,}1 = 342{,}3 \text{ л/с},$$

где: z_{mid} – среднее значение коэффициента, характеризующего вид поверхности бассейна водосбора (коэффициент покрова). Определяется как средневзвешенная величина в зависимости от коэффициентов z для различных видов поверхностей по таблицам 11 и 12 рекомендаций [11] или по таблицам СНиП 2.04.03-85;
Ψ_{mid} – средний постоянный коэффициент стока, определяется как средне взвешенная величина в зависимости от значения Ψ для различных видов поверхности по таблице 11 рекомендаций [11] или по СНиП 2.04.03-85;
q – расчетная интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при $P = 1$ год; $q = 80$ *л/с* с 1 га – определяется по данным *Приложения 2* к рекомендациям или по *рис. 1* СНиП 2.04.03-85;
A и n – параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности определяются по п. 5.3.2 рекомендаций [11] или по 2.12 СНиП 2.04.03-85;
F – расчетная площадь стока (водосбора), 3,90га;
t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, определяется согласно по п. 5.3.5 рекомендаций [11] или п. 2.15 СНиП 2.04.03-85.

$$A = q_{20} \times 20^n \times (1 + \lg P / \lg m_r)^{\gamma} = 8 \times 20^{0,71} \times (1 + \lg 1{,}0 / \lg 150)^{1,54} = 671{,}15,$$

где: q_{20} – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин
при $P = 1$ год; $q_{20} = 80$ *л/с* с га принимается по чертежу Приложения 2 рекомендаций или СНиП;
n – показатель степени, $n = 0,71$ по таблице Приложения 3 рекомендаций [11];
m_r – среднее количество дождей за год, mr =150 – по таблице Приложения 3 рекомендаций или СНиП;
P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, в годах, принимаемый равным 1,0 года по таблице 8 п. 5.3.3 рекомендаций [11] или СНиП;
γ – показатель степени, принимается равным 1,54 по таблице *Приложения 3* рекомендаций или СНиП.

Определение средневзвешенного значения постоянного коэффициента стока (Ψ_{mid})

Поверхность бассейна стока	Площадь, F, га	Доля покрытия от общей площади стока, a	Постоянный коэффициент стока, Ψ_i	a × Ψ_i
Асфальтовые покрытия	2,45	0,628	0,95	0,5966
Зеленые насаждения и газоны	1,45	0,372	0,1	0,0372
Итого	3,90	1,00	–	Ψ_{mid} = 0,634

Определение средневзвешенного значения коэффициента покрытия (Z_{mid})

Поверхность бассейна стока	Площадь, F, га	Доля покрытия от общей площади стока, a	Коэффициент покрытия, Z_i	a × Z_i
Асфальтовые покрытия	2,45	0,628	0,297	0,1865
Зеленые насаждения и газоны	1,45	0,372	0,038	0,014
Итого:	3,90	1,00	–	Z mid= 0,201

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам t_r определяется по формуле (15) п. 5.3.5 рекомендаций [11] или по СНиП 2.04.03-85:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p = 3 + 0 + 7 = 10 \text{ мин.}$$

где: t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка (время поверхностной концентрации), принимается 3 мин;
t_{can} – продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника, в данном случае принимается равной 0;
t_p – продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассматриваемого сечения, определяется по формуле (17) рекомендаций [11]:

$$t_p = 0.017 \times S\, l_p / v_p = 0{,}017 \times \Sigma\,(68/0{,}7+133/1{,}0+277/1{,}5) = 7{,}0 \text{ мин.},$$

где: l_p – длина расчетных участков дождевой сети, в м;
v_p – расчетная скорость течения на участках, принимается на основании гидравлического расчета сети.

Подставив все полученные значения в формулы для определения расчетного расхода дождевых вод qr получим, что в первом случае, при расчете по формуле (12) при постоянном коэффициенте стока, расход составит 323,5 л/с, во втором при расчете с переменным коэффициентом стока по формуле (20) – 342,3 л/с.

Из данного примера следует, что расхождение в расходах дождевых вод в коллекторах дождевой канализации, рассчитанных при постоянных и переменных коэффициентах стока, составляет не более 5,5%. Поэтому для упрощения расчетов, когда площадь водонепроницаемых поверхностей объекта составляет более 30-40% от общей площади водосборного бассейна (в данном примере 63%), можно пользоваться формулой (12) рекомендаций [11].

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей следует определять по формуле (13) п. 5.3.1 рекомендаций [11]:

$$Q_{cal} = \beta \times Q_r = 0{,}65 \times 342{,}3 = 222{,}5 \text{ л/с},$$

где: β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима, определяется по таблице 6 рекомендаций [11].

2.3.2. Расчетный расход талых вод.

Расчетный расход талых вод в момент наибольшей интенсивности снеготаяния (в 2 часа дня в период весеннего снеготаяния) определяется по формуле (21) рекомендаций [11]:

$$Q_{т.макс} = 5{,}5 \times \Psi_T \times K_y \times F \times h_c /(10+T_m) =$$
$$= 5{,}5 \times 0{,}7 \times 0{,}372 \times 3{,}90 \times 20/(10 + 0{,}17) = 10{,}9 \text{ л/с},$$

где: *10* – продолжительность процесса интенсивного снеготаяния в течение суток, час;

T_m – продолжительность стекания талой воды от геометрического центра до расчётного створа, ч.

3. Определение расчетных расходов поверхностных сточных вод при отведении на очистку и в водные объекты.

3.1. Определение расчетного расхода поверхностных сточных вод при выпуске в водные объекты

Расчетный расход поверхностных сточных вод ($Q_{СТ}$), в м³/с, необходимый для определения кратности разбавления (n) при выпуске их в водный объект, принимается равным максимальному зарегулированному расходу сточных вод после очистных сооружений ($Q_{СТ} = Q_{оч}$), а при отсутствии регулирования определяется по формуле (22) рекомендаций [11]:

$$Q_{СТ} = 2{,}8 \times 10^{-3} \, h_{см} \times F \times \Psi_{mid} / (T_Д + t_r) =$$

$$= 2{,}8 \times 10^{-3} \times 27{,}3 \times 3{,}9 \times 0{,}634 / (6 + 0{,}25) = 0{,}0302 \text{ м}^3/\text{с} \quad или \quad 108{,}9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где: $h_{см}$ – среднесуточный максимум осадков за теплый период года, $h_{см}$ = 27,3 мм; принимается равным суточному слою атмосферных осадков H_p с периодом однократного превышения расчетной интенсивности $P = 1$ год согласно п. 5.4.1 рекомендаций [11] (расчет *см.* Приложение 6);

Ψ_{mid} – коэффициент стока для расчетного дождя, Ψ_{mid} = 0,634; определяется как средневзшенная величина;

$T_Д$ – средняя продолжительность дождя в данной местности, для Московской области $T_Д$ = 6 ч; принимается по таблице Приложения 4 рекомендаций [11];

t_r – время добегания стока от крайней точки водосборного бассейна до места выпуска в водный объект, 0,25 ч.

3.2. Определение расчетного расхода поверхностных сточных вод при отведении на очистку.

Определение расчетных расходов дождевого стока при отведении на очистку ($Q_{оч}$) с использованием схем регулирования поверхностных сточных вод выполняется согласно указаниям раздела 7.4 рекомендаций [11].

3.2.1. Расчетный расход дождевых вод $Q_{оч}$, направляемых на очистку при регулировании по схемам 1–3 *(производительность очистных сооружений при очистке дождевого стока)*, определяется по формуле (29) рекомендаций [11]:

$$Q_{оч} = (W_{оч} + W_{тп})/[3,6 \times (T_{оч} - T_{отст} - T_{тп})], \text{ л/с},$$

где: $Q_{оч}$ – производительность сооружений глубокой очистки поверхностных сточных вод, л/с;

$W_{оч}$, – объём дождевого стока от расчётного дождя, отводимого на очистные сооружения, м^3;

$W_{тп}$ – суммарный объём загрязнённых вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма дождевого стока от расчётного дождя, м^3;

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

$T_{отст}$ – минимальная продолжительность отстаивания поверхностных сточных вод в аккумулирующем резервуаре, ч;

$T_{тп}$ – суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма дождевого стока от расчётного дождя, ч.

Загрязнённые воды, образующиеся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений, представляют собой, главным образом, стоки от промывки механических фильтров (а также периодической промывки адсорбционных фильтров с фильтрующей загрузкой из гранулированного активированного угля). Их суммарный объём Wтп для стандартных зернистых загрузок, продолжительности фильтроцикла и параметрах промывки составляет, как правило, не более 10 – 12% от объёма очищенного стока.

Технологические перерывы в работе очистных сооружений также связаны, главным образом, с проведением штатных операций промывки зернистых и адсорбционных фильтров, а их суммарная продолжительность Ттп в стандартных условиях составляет 3 – 4% от суммарной продолжительности непрерывной работы очистных сооружений.

Величина $T_{оч}$ в соответствии с п. 7.4.1 принимается равной 72 ч, то есть трем суткам.

Величина $T_{отст}$ в зависимости от режима работы аккумулирующего резервуара.

При использовании аккумулирующего резервуара только в качестве буферной ёмкости для регулирования расхода сточных вод величина $T_{отст}$ принимается в пределах 0,05 – 0,1 ч. Этот период времени от начала поступления стоков в резервуар необходим для его минимального заполнения из условия устойчивой работы откачивающих насосов.

При дополнительном использовании аккумулирующего резервуара в качестве сооружения для предварительной механической очистки сточных вод величина $T_{отст}$ принимается в пределах 2-4 ч, исходя из величины гидравлической крупности частиц, выделяемых в аккумулирующем резервуаре, и гидравлической глубины резервуара при его максимальном расчётном заполнении.

Таким образом, производительность очистных сооружений при очистке дождевого стока составляет:

– в режиме работы аккумулирующего резервуара только в качестве буферной ёмкости (АР):

$$Q_{оч} = (160,7 + 10 \times 160,7/100)/[3,6 \times (72 - 0,1 - 3 \times 72/100)] = 0,704 \text{ л/с};$$

– в режиме одновременной работы аккумулирующего резервуара в качестве буферной ёмкости и сооружения для предварительного отстаивания сточных вод (АРО):

$$Q_{оч} = (160,7 + 10 \times 160,7/100)/[3,6 \times (72 - 3 - 3 \times 72/100)] = 0,735 \text{ л/с}.$$

3.2.2. Расчетный расход талых вод $Q_{оч}$, направляемых на очистку (производительность очистных сооружений при очистке талого стока), определяется по формуле (30) рекомендаций [11]:

$$Q_{очт} = (W_m^{макс. сут.} + W_{тп})/[3,6 \times (T_{очт} - T_{отст} - T_{тп})], \text{ л/с}$$

где: $Q_{оч}^{\ m}$ – максимальная производительность очистных сооружений при очистке талых вод, л/с;

$W_m^{макс\ сут}$ – максимальный суточный объём талых вод в середине периода снеготаяния, м^3 ;

$W_{тп}$ – суммарный объём загрязнённых вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объёма талого стока, м^3;

$T_{оч}^{\ m}$ – нормативный период переработки объёма талого стока, отводимого на очистные сооружения, ч;

$T_{отст}$ – минимальная продолжительность отстаивания поверхностных сточных вод в аккумулирующем резервуаре, ч;

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

Величина $T_{очт}$ в соответствии с п. 7.4.2. принимается не менее 14 ч, что соответствует суммарной продолжительности периода в течение суток с отсутствием поступления талого стока (вечерние, ночные и утренние часы суток). Однако, учитывая, что расход талого стока, поступающего в аккумулирующий резервуар в период максимальной интенсивности снеготаяния, как правило, в 10 – 20 раз меньше максимального расхода от расчётного дождя, работа очистных сооружений может быть начата с момента поступления первых порций талого стока в аккумулирующий резервуар и продолжаться вплоть до момента опорожнения резервуара перед поступлением в него новых порций талого стока на следующие, за расчётным периодом, сутки. Таким образом, величина $T_{очт}$ в данном случае может быть принята равной 24 ч.

Величина $T_{отст}$ при этом определяется как период времени от начала поступления стоков в резервуар, необходимый для его минимального заполнения, исходя из условия устойчивой работы насосов, подающих стоки на очистные сооружения. Степень минимального заполнения аккумулирующего резервуара и величина $T_{отст}$ зависит от конструктивных особенностей резервуара. Однако, для предварительных расчётов она может быть принята равной 1 ч.

Таким образом, производительность очистных сооружений при очистке талого стока составляет:

$$Q_{оч}^{т} = (203{,}1 + 10 \times 203{,}1/100)/[3{,}6 \times (24 - 1 - 3 \times 24/100)] = 2{,}616 \text{ л/с}.$$

В соответствии с указаниями п. 7.4.3 рекомендаций [11], к проектированию принимается наибольшая из производительностей очистных сооружений, т.е.

$$Q_{оч}^{т} = 2{,}616 \text{ л/с}.$$

gost.e-ecolog.ru