

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

Система водоотведения поверхностного стока АЗС

08.03.01 «Строительство»

Руководитель _____ доцент, к.т.н. Л.В. Приймак
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ С.В. Марейчев
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ доцент, к.т.н. Л.В. Приймак
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Система водоотведения поверхностного стока АЗС» содержит 68 страниц текстового документа, 24 использованных источников, 6 листов графического материала.

АЗС, ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК, СИСТЕМА ВОДООТВЕДЕНИЯ, РАСЧЁТНЫЕ ОБЪЁМЫ И РАСХОДЫ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, МОНОБЛОЧНЫЕ УСТАНОВКИ, ДООЧИСТКА, ПОЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ, СОРБЦИОННЫЙ ФИЛЬТР.

Объект канализования – территория АЗС (масштаб 1:500).

Цели организации и устройства системы водоотведения – обеспечение удаления поверхностного стока с территории АЗС.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

В первом разделе «Разработка системы водоотведения поверхностного стока АЗС» приведены организационно-технические мероприятия по водоотведению ливневого стока, расчёты расходов для конструирования водоотводящей сети, сравнение вариантов очистных сооружений и блоков доочистки поверхностного стока, подбор технологии очистки ливневого стока с территории АЗС,

В разделе «Оценка воздействия на окружающую природную среду проектируемой системы водоотведения»:

- дана характеристика проектируемого объекта с точки зрения воздействия на окружающую природную среду
- определён размер санитарно-защитной зоны для очистных сооружений поверхностного стока закрытого типа
- рассчитан размер вреда в случае аварийного сброса поверхностного стока с территории АЗС в водный объект.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Разработка системы водоотведения поверхностного стока АЗС.....	7
1.1 Общие сведения о площадке проектирования.....	7
1.1.1 Природно-климатические условия.....	7
1.1.2 Геологические условия площадки	9
1.1.3 Инженерно-геологические условия	9
1.2 Характеристика проектируемого объекта	9
1.3 Определение расчетных объемов поверхностного стока на территории АЗС.....	11
1.3.1 Определение среднегодовых объемов поверхностного стока.....	11
1.3.2 Определение суточных и часовых расходов поверхностного стока	15
1.3.3 Объем дождевого стока от расчетного дождя для накопительной емкости	18
1.4 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока	20
1.5 Трубы для устройства водоотводящей сети поверхностного стока	28
1.6 Подбор технологии очистки поверхностного стока АЗС	31
1.6.1 Существующие технологии	31
1.6.2 Очистные сооружения ЗАО «Севзапналадка Росводоканал»	32
1.6.3 Ливневые очистные сооружения «Стокс» компании «Модуль» г. Ярославль.....	34
1.6.4 Оборудование для очистки ливневых и производственных сточных вод «Векса» (ООО «Витэко», г. Ростов)	37
1.6.5 Оборудование для очистки ливневых сточных вод НПП-С, НПП-СК и SOR(ООО «Аргель», г. Ярославль	42
1.6.6 Установки ливневой канализации «Свирь» (Торговый Дом «Инженерное оборудование» г. Москва).....	45

1.6.7	Варианты доочистки поверхностного стока	47
1.7	Технологические схемы очистки поверхностного стока.....	50
1.7.1	Моноблочная система очистки поверхностного стока с доочисткой на сорбционном фильтре	50
1.7.2	Моноблочная система очистки поверхностного стока с доочисткой на поле фильтрации.....	55
1.8	Устройство полей фильтрации	57
2.	Оценка воздействия на окружающую природную среду проектируемой системы водоотведения	61
2.1	Характеристика проектируемого объекта зрения воздействия на окружающую природную среду.....	с с точки 61
2.2	Расчет размера вреда от аварийного сброса поверхностного стока с территории АЗС в водный объект	62
	Заключение	65
	Список использованных источников	67

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы обусловлена тем, что на территории автозаправочных станциях, имеющих открытые площадки и спланированную дорожную развязку, образуется поверхностный сток, который по действующим нормативным требованиям к проектированию подобных сооружений, должен быть собран и очищен [1].

Необходимость сбора поверхностного стока обусловлена следующими причинами:

- защита от преждевременных разрушений дорожного покрытия, фундамента и отмостки строений;
- предупреждение эрозии и заболачивания почвы;
- защита от сырости и затопления подвалов и подвальных помещений;
- предупреждение образования луж на территории АЗС и автостоянок.

Сбор поверхностного стока с территории АЗС осуществляется организованной единой системой ливневой канализации, включающей в себя лотки, дождеприемники и сеть самотечных трубопроводов.

На АЗС существуют следующие источники загрязнения поверхностного стока:

- проливы при стекании нефтепродуктов со стенок заправочных пистолетов и шлангов бензовозов,
- осаждение и вымывание с осадками загрязняющих веществ из атмосферы,
- складирование загрязненного снега,
- завоз загрязняющих веществ на колесах автотранспорта.

Химический состав поверхностного стока представлен взвешенными веществами (песчаными и глинистыми частицами), нефтепродуктами (бензином, дизельным топливом, маслами), а также анионными СПАВ (синтетически поверхностно-активными веществами).

Собранный поверхностный сток должен быть направлен на очистные сооружения.

Целью выпускной квалификационной работы являлось: организация сбора поверхностного стока с территории АЗС системой ливневой канализации, а также выбор наиболее эффективной и современной технологии очистки поверхностного стока до установленных нормативных требований.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- трассировка системы ливневой канализации, включающей в себя лотки, дождеприемники и сеть самотечных трубопроводов;
- изучение состава ливневого стока на основе исходных данных, нормативных документов и литературных источников;
- анализ литературного обзора существующих технологий и установок по очистке поверхностного стока;
- выбор наиболее эффективной и современной технологии очистки поверхностного стока до установленных нормативных требований.

1 Разработка системы водоотведения поверхностного стока АЗС

1.1 Общие сведения о площадке проектирования

1.1.1 Природно-климатические условия

Климатические данные по площадке АЗС приняты на основании отчета по инженерно-геологическим изысканиям, выполненного Ассоциацией «Геоэкология».

Район проектируемых строительных работ – юго-западная часть Красноярского края.

Климатическая зона – 2.

Расчетная глубина промерзания – 2,5 м.

Климат района – резко континентальный, с коротким летом и продолжительной зимой.

Почвы – горно-подзолистые лесные.

Количество дней с температурой менее 0° С – 151.

Климатодиаграмма Красноярска приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Климатограмма для территории Красноярского края

Показатель	Ян-варь	Фев-раль	Март	Ап-рель	Май	Июнь	Июль	Ав-густ	Сен-тябрь	Ок-тябрь	Но-ябрь	Де-кабрь	Год
Абсолютный максимум, °С	6,5	8,5	17,9	31,4	34,0	34,8	36,5	35,1	31,3	24,5	13,6	8,6	36,5
Средний максимум, °С	-11,4	-8	-0,2	7,8	17,1	22,4	24,8	21,8	14,4	6,4	-3,4	-9,4	6,9
Средняя температура, °С	-15,5	-12,8	-5,7	2	10,4	15,9	18,7	15,7	8,9	2,0	-7,2	-13,4	1,6
Средний минимум, °С	-19,2	-16,9	-10,1	-2,6	4,7	10,3	13,4	10,8	4,8	-1,6	-10,6	-17,1	-2,8
Абсолютный минимум, °С				-25,7	-11,2	-3,6	3,3	-1,2	-9,6	-25,1			
Норма осадков, мм	18	13	16	32	45	63	76	67	50	43	38	30	491

1.1.2 Геологические условия

В геоморфологическом отношении площадка изысканий находится на коренном склоне предгорья Восточных Саян. Абсолютные отметки поверхности земли в месте строительства – 222-233 м с уклоном в юго-восточном направлении.

В геологическом строении района изысканий участвуют протерозойские магнетические породы: граниты, диориты и эффузионно-осадочные породы кембрийско-девонного возраста – конгломераты, туфы, порфириты, песчаники, сланцы, алевролиты, перекрытые с элювиально-делювиальными и элювиальными отложениями четвертичного возраста (суглинки, супеси, щебенистые грунты).

Подземные воды залегают на глубине ниже 5 м от поверхности земли.

1.1.3 Инженерно-геологические условия

В геологическом строении площадки изысканий принимают участие делювиальные, делювиально-аллювиальные четвертичные грунты (суглинки, супеси, щебеночные грунты), подстилаемые протерозойскими магматическими породами (граниты, диориты). Подземные воды на площадке, при проходке скважин на проектную глубину, не встречены.

1.2 Характеристика проектируемого объекта

Объектом проектирования является система водоотведения, которая предназначена для сбора и очистки поверхностных вод с территории АЗС.

Структура объектов, входящих в систему зависит от типа АЗС и рельефа её территории.

Исходные данные: стационарная АЗС расположена на трассе в 150 км от г. Красноярск, расположена вдали от жилой застройки. Объект попадает в загородную зону. Мощность АЗС – 250 зап./сутки.

Расчетный объем реализации нефтепродуктов: 2520 т/год. Посты техобслуживания и мойки автомобилей отсутствуют. Степени огнестойкости здания операторной и навеса над ТРК– III. Здание операторской с торговым залом имеет категорию «Д» по взрыво – пожарной опасности, а технологическое оборудование для хранения и раздачи нефтепродуктов – категорию А_н.

Площадь территории составляет 0,4 га, в том числе:

- 0,16 га – асфальтобетонные покрытия внутриплощадочных автопроездов и площадок;
- 0,03 тротуары, отмостки и пешеходные дорожки;
- 0,015 га – газоны;
- 0,043 га здания.

На территории АЗС расположены: здание операторской с торговым залом (150 м³); защитный навес над ТРК; четыре топливозаправочные колонки (ТРК); площадка для парковки автотранспорта; очистные сооружения ливневого стока. Также имеется резервуарный парк: четыре подземных топливных резервуара, два противопожарных (2×50 м³) и два – для очищенных стоков (2×50 м³).

Резервуары для хранения нефтепродуктов – стальные одностенные, горизонтальные, цилиндрические, применены железнодорожные цистерны объемом 50 м³ (тип 16, 4 шт.) устанавливаются под землей в железобетонной герметичной оболочке. Под каждым резервуаром устанавливается приемник возможных утечек, оборудованный смотровой трубой для датчика паров углеводородов.

В качестве аварийного резервуара принят резервуар объемом 25 м³, по типовому проекту 704-1-161.83 ЦННИИ «Проектстальконструкции».

АЗС оснащена внутриплощадочными инженерными сетями: наружным освещением территории площадки; сетью ливневой канализации с устройством

дождеприемных решеток вокруг навеса и канализационных дождеприемных колодцев; очистными сооружениями; сетью бытовой канализации с устройством канализационных колодцев; сетью хозяйственно-питьевого водопровода с устройством водопроводных колодцев и установкой пожарного гидранта. Имеется источник автономного электроснабжения – дизельгенератор. Объект оснащен слаботочными сетями: видеонаблюдения; охрано-пожарной сигнализации.

Предусмотрена возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;

Обеспечена доступность обслуживания АЗС для маломобильных граждан, в соответствии с требованиями СП 59.13330.2012.

автоматическая заправочная станция имеет навес, покрытие под навесом выполняется из маслобензостойкой плитки с абразивным покрытием, которая не допускает скольжения при намокании;

1.3 Определение расчетных объемов поверхностных сточных вод на территории АЗС

1.3.1 Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод

Проектирование водоотводящих систем поверхностного стока осуществляется на основании СП 32.13330.2012 и СанПиН 2.1.5.980-00 [1, 4].

Согласно нормативным требованиям на территории населенных пунктов и промышленных предприятий должны предусматриваться закрытые системы отведения поверхностных сточных вод ([1], п. 7.1.10).

Отведение по открытой системе водостоков с применением разного рода лотков, канав, кюветов, оврагов, ручьев и малых рек допускается для территории

населённых пунктов с малоэтажной индивидуальной застройкой, посёлков в сельской местности, а также парковых территорий с устройством мостов или труб на пересечениях с дорогами.

Во всех остальных случаях требуется соответствующее обоснование и согласование с органами исполнительной власти, уполномоченными в области охраны окружающей среды и обеспечения санитарно-эпидемиологического надзора.

Отведение поверхностного стока лотками и кюветами также допускается с территории автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса, расположенных вне населенных пунктов.

Среднегодовые объемы поверхностных сточных вод определены согласно СП 32.13330.2012, раздел 7.

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на поверхности рассматриваемого предприятия в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определяется по формуле

$$W_{\Gamma} = W_{\text{Д}} + W_{\text{Т}} + W_{\text{М}}; \text{ м}^3/\text{год} \quad (1)$$

где $W_{\text{Д}}$ – среднегодовой объем дождевых вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

$W_{\text{Т}}$ – среднегодовой объем талых вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

$W_{\text{М}}$ – среднегодовой объем поливочных вод, $\text{м}^3/\text{год}$.

Среднегодовой объем дождевых вод определяется по следующей формуле

$$W_{\text{Д}} = 10 \cdot h_{\text{Д}} \cdot \psi_{\text{Д}} \cdot F; \text{ м}^3/\text{год} \quad (2)$$

где h_d – высота слоя осадков за теплый период года, определяемая согласно таблице 2 СП 131.13330.2012 Строительная климатология, (апрель-октябрь), 369 мм;

ψ_d – общий коэффициент стока дождевых вод.

Общий коэффициент стока дождевых вод:

$$\psi_d = \frac{\sum(\psi_i \cdot F_i)}{F}; \quad (3)$$

где ψ_i – коэффициент стока для поверхности данного типа, определяемый по таблице 2;

F_i – площадь поверхности, характеризующаяся ψ_i , га;

F – общая площадь стока, га.

Коэффициент стока дождевых вод

$$\psi_d = \frac{F_A \psi_A + F_G \psi_G + F_K \psi_K}{F} = \frac{0,19 \cdot 0,7 + 0,015 \cdot 0,1 + 0,07 \cdot 0,7}{0,4} = 0,46$$

где ψ_A – коэффициент стока для асфальтобетонных покрытий дорог, 0,7;

ψ_G – коэффициент стока для газонов, 0,1;

ψ_K – коэффициент стока для кровли, 0,7;

F_A – площадь асфальтобетонных покрытий дорог, 0,19 (сумма площадей автопроездов и тротуаров; 0,16 + 0,03) га;

F_G – площадь газонов, 0,015 га;

F_K – площадь кровли, 0,07 га;

F – общая площадь водосбора, 0,4 га.

Годовое количество дождевых вод:

$$W_D = 10 \cdot h_D \cdot \psi_D \cdot F = 10 \cdot 369 \cdot 0,46 \cdot 0,4 = 678,96 \text{ м}^3 / \text{год},$$

Годовое количество талых вод:

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot \psi_T \cdot F; \text{ м}^3/\text{год} \quad (4)$$

где h_T – высота слоя осадков за холодный период года, мм (ноябрь – март), 104 мм;

ψ_T – коэффициент стока талых вод, 0,6.

Годовое количество талых вод:

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot \psi_T \cdot F = 10 \cdot 104 \cdot 0,6 \cdot 0,4 = 249,6 \text{ м}^3 / \text{год},$$

Годовое количество поливомоечных вод (), стекающих с площади стока, определяется по формуле

$$W_M = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_M \cdot \psi_M; \text{ м}^3/\text{год} \quad (5)$$

где m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (как правило, применяется 1,2-1,5 л/м² на одну мойку), (таблица 3);

k – среднее количество моек в году (для средней полосы России принимается равным 150);

F_M – площадь территории, подвергающаяся мойке и поливу, 0,16 га;

ψ_M – коэффициент стока для поливомоечных вод, 0,5.

$$W_M = 10 \cdot 1,35 \cdot 150 \cdot 0,16 \cdot 0,5 = 162 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Годовой объем сточных вод:

$$W = W_D + W_T + W_M = 678,96 + 249,6 + 162 = 1090,6 \text{ м}^3 / \text{год};$$

Таблица 2 – Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора

Вид поверхности стока	Значение коэффициента стока ψ_d
Газоны	0,1
Кровля зданий	0,7
Асфальтовые покрытия	0,7
Грунтовые поверхности	0,2

Таблица 3 – Нормы расхода воды на полив территории

Назначение воды	Расход воды на одну процедуру, л/м ²
Механизированная мойка асфальтовых покрытий	1,0-1,5
Шланговый полив асфальтовых покрытий	0,5
Полив деревьев и кустарников	4,0
Полив газонов и цветников	6,0

1.3.2 Определение суточных и часовых расходов поверхностного стока

Суточный расход поверхностных вод определяется с использованием данных по среднему в году количеству дождливых дней по формуле

$$q_{\text{сут}} = \frac{W_D}{t_{\text{д1}}}; \text{ м}^3/\text{сут} \quad (6)$$

где W_D – годовое количество дождевых вод, м³/год;

$t_{\text{д1}}$ – среднее в году количество дождливых дней, 120 дней.

Суточный расход поверхностных вод:

$$q_{сут} = \frac{W_D}{t_{Д1}} = \frac{678,96}{120} = 5,64 \text{ м}^3 / \text{сут};$$

Часовой расход поверхностного стока определяется с использованием данных по средней продолжительности дождя в течение суток по формуле

$$q_{час} = \frac{q_{сут}}{t_{Д2}}; \text{м}^3/\text{ч} \quad (7)$$

где $q_{сут}$ – суточный расход поверхностных вод, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$t_{Д2}$ – средняя продолжительность дождя в течении суток (определяется по данным предоставленным региональным центром Росгидромета), 3 ч.

Часовой расход поверхностного стока:

$$q_{ч} = \frac{5,64}{3} = 1,88 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход талого стока определяется с использованием данных по среднему количеству дней интенсивного таяния снега по формуле

$$q_{сут} = \frac{W_T}{t_{Т1}}, \text{м}^3/\text{ч} \quad (8)$$

где W_T – годовой объем талых вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

$t_{Т1}$ – среднее в году количество дней интенсивного таяния снега, 10 дней

Суточный расход талого стока:

$$q_{\text{сут}} = \frac{249,64}{10} = 24,964 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Часовой расход талых стоков определяется с использованием данных по средней продолжительности таяния снега в течение суток по формуле

$$q_{\text{час}} = \frac{q_{\text{сут}}}{t_{\text{T2}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (9)$$

где $q_{\text{сут}}$ – суточный расход талых вод, $\text{м}^3/\text{сут}$;

t_{T2} – средняя продолжительность таяния снега в течение суток, принятых 10 дней составляет 10 часов.

Часовой расход талых вод:

$$q_{\text{час}} = \frac{24,964}{10} = 2,49 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальный часовой расход сточных вод для расчета производительности очистных сооружений определяется как максимальное значение из часовых расходов дождевых стоков и талых вод $Q_{\text{час}} = 2,49 \text{ м}^3/\text{ч}$.

1.3.3 Объем дождевого стока от расчетного дождя для накопительной емкости

Определение гидравлического объема аккумулирующей емкости. Полезный рабочий объем аккумулирующего резервуара для регулирования дождевого стока и последующего отведения его на сооружения доочистки должен быть не менее объема дождевого стока $W_{оч}$ от расчетного дождя.

Объем аккумулирующего резервуара для приема, усреднения и предварительной очистки загрязненной части поверхностного стока следует принимать, предварительно сделав проверочный расчет из условия приема в аккумулирующий резервуар суточного объема талого стока, образующегося в период интенсивного снеготаяния $W_T^{макс\ сут}$.

К проектированию принимается наибольшая из величин.

$$W_{оч} = 10 \cdot h_a \cdot F \cdot \psi_{mid}; \quad (10)$$

где h_a – максимальный слой осадков за время дождя в мм, сток от которого аккумулируется в полном объеме, 10 мм;

F – площадь водосбора, га;

ψ_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя; определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока ψ_i для разного вида поверхностей по табл. 4.

Таблица 4 – Средний коэффициент стока для различных поверхностей

Вид поверхности стока	Площадь стока F, га	Постоянный коэффициент стока ψ_i
Газоны	0,015	0,1
Кровля зданий	0,07	0,95
Асфальтовые покрытия	0,19	0,95

$$\psi_{mid} = \frac{\sum_{i=1}^n \psi_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i} = \frac{0,1 \cdot 0,015 + 0,95 \cdot 0,07 + 0,95 \cdot 0,19}{0,4} = 0,62125$$

$$W_{oc} = 10 \cdot h_a \cdot F \cdot \psi_{mid} = 10 \cdot 10 \cdot 0,4 \cdot 0,62125 = 24,85 \text{ м}^3$$

Максимальный объем талых вод:

$$W_{m.cym.} = 10 \cdot h_{m.p} \cdot a \cdot \psi_m \cdot F \cdot K_y \quad (11)$$

где a – коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния, можно принимать, 0,8;

ψ_m – общий коэффициент стока талых вод, принимается 0,5;

F – площадь стока, га;

K_y – коэффициент, учитывающий уборку снега.

$$K_y = 1 - \frac{F_y}{F} = 1 - \frac{0,06}{0,4} = 0,85$$

где F_y – площадь общей территории, $F_y = 0,15 \cdot F = 0,06$ га;

F – площадь территории очищаемой от снега, га.

$$W_{m.cym.} = 10 \cdot 6,4 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 8,7 \text{ м}^3$$

Приведенные значения $h_{m,P}$ получены при уклоне поверхности бассейна водостока к югу. При наклоне поверхности к северу для незастроенных территорий и для городских условий (наличие теневых сторон) значения $h_{m,P}$ можно принимать с коэффициентом 0,8.

За полгода $P = 0,33$; $h_{т.р.} = 8 \cdot 0,8 = 6,4$ мм.

По рассчитанному объёму стока выбран аккумулирующий резервуар для регулирования дождевого стока фирмы FloTenk-EN и определены его параметры: $V = 10$ м³; $D = 1600$ мм; $L = 5200$ мм; $D_{вх} = 200$ мм; $D_{вых} = 200$ мм.

1.4 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока

Для определения расчетного расхода сточных вод заданного периода однократного превышения расчетной интенсивности стока принят метод предельных интенсивностей, согласно которому расчетная продолжительность дождя равна продолжительности протока от наиболее удаленной точки бассейна водосбора до расчетного сечения.

Расчет ведётся в такой последовательности: устанавливается расчётный расход стока q ; определяется предварительный расход сточных вод q_0 с 1 га территории бассейна стока при условии, что расчетная продолжительность дождя $t_r = 5$ мин; по предварительному расходу q_0 и заданной скорости, находят расчетный диаметр, уточняют скорость движения воды в трубах для принятого диаметра дождевой сети по сортаменту с учетом материала труб; по уточненной скорости находят расчетную продолжительность дождя t_r , мин.

При гидравлическом расчёте водоотводящей сети поверхностного стока, расходы с территории населённых пунктов и площадок промышленных предприятий, определяются методом предельных интенсивностей по формуле

$$Q_r = \beta \cdot q \quad , \text{ м}^3/\text{с} \quad (12)$$

β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима;

Расчетный расход дождевых стоков:

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (13)$$

где Z_{mid} – среднее значение коэффициента покрова, характеризующего поверхность бассейна стока;

A, n – параметры, характеризующие соответственно интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

F – расчетная площадь стока, га;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности, лоткам и трубам до расчетного участка, мин.

Среднее значение коэффициента покрова Z_{mid} , характеризующего поверхность бассейна стока, определяется как средневзвешенное значение в зависимости от значений Z_i для различных видов поверхности водосбора.

Величина A определяется по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma, \quad (14)$$

где q_{20} – интенсивность дождя для Красноярского края, продолжительностью 20 мин при $P = 1,5$ год (устанавливается по карте изолиний страны), равной 70 л/с·га;

P (год) – период однократного превышения расчетной интенсивности;

m_r – среднее число дождей в год, равное 130;

γ – метеорологический параметр, равный 1,54.

Продолжительность протока дождевых вод по поверхности и трубам:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ МИН} \quad (15)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевого стока по поверхности земли до уличного лотка, или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), 5-10 мин;

t_{can} – продолжительность протекания дождевого стока по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала), мин;

t_p – продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения (створа), мин.

Продолжительность протекания дождевого стока по уличным лоткам определяется по формуле

$$t_{can} = 0,021 \cdot \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}, \text{ МИН} \quad (16)$$

где 0,021 – коэффициент, учитывающий постепенное нарастание скоростей движения стока по мере наполнения лотков;

l_{can} – длина участка, м,

v_{can} – расчетная скорость, 1 м/с.

Продолжительность протекания дождевого стока по подземным трубам до рассчитываемого сечения определяется по формуле

$$t_p = 0,017 \cdot \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (17)$$

где 0,017 – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости коллектора и постепенное нарастание скоростей движения сточных вод по мере наполнения труб;

l_p – длина расчетного участка, м;

v_p – расчетная скорость, 1 м/с;

$$i = 0,00124V^2/d^{4/3} \quad (18)$$

Диаметр труб:

$$d_r = 1,13\sqrt{q_{cal}/V}, \text{ м} \quad (19)$$

Данные по гидравлическому и геодезическому расчету закрытой (трубной) части водоотводящей сети поверхностного стока сведён в таблицу 5.

Таблица 5 – Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети по-
верхностного стока

№ участков	L, м	Площадь стока, га			V, м/с	t _p , мин	t _r , мин
		собственная F ₁	притоков F ₂	общая F			
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	50,0	0,080	–	0,080	0,8	1,04	4,04
2-3	13,0	0,021	0,080	0,101	1,0	0,27	3,27
10-12	15,5	0,025	–	0,025	0,8	0,32	3,32
11-12	9,5	0,015	0,025	0,040	1,0	0,20	3,20
12-13	25,0	0,040	0,040	0,080	1,2	0,52	3,52
13-3	18,5	0,030	0,080	0,110	1,2	0,39	3,39
3-4	21,0	0,034	0,11+0,101+0,034	0,245	1,3	0,44	3,44
14-15	8,7	0,014	–	0,014	0,8	0,18	3,18
15-16	12,5	0,020	0,014	0,034	1,0	0,26	3,26
16-4	23,0	0,037	0,034	0,071	1,2	0,48	3,48
4-5	14,0	0,022	0,245+0,071+0,022	0,338	1,3	0,29	3,29
5-6	11,0	0,018	0,338	0,356	1,3	0,23	3,23
8-7	17,5	0,028	–	0,028	0,8	0,36	3,36
7-6	7,8	0,012	0,028	0,040	1,0	0,16	3,16
6-9	3,0	0,005	0,356+0,04+0,005	0,400	1,3	0,06	3,06

Продолжение таблицы 5

№ участ- ков	q, л/с·га	q _г , л/с	d _г , м	d	i	Табличные значения	
						q _{табл}	V _{табл}
9	10	11	12	13	14	15	16
1-2	63,3	5,07	0,09	150	0,007	6,00	0,68
2-3	72,2	7,28	0,10	150	0,008	7,51	0,75
10-12	71,5	1,79	0,05	100	0,012	2,65	0,67
11-12	73,2	2,94	0,06	100	0,012	3,11	0,70

12-13	69,0	5,52	0,08	125	0,009	5,63	0,73
13-3	70,7	7,77	0,09	150	0,008	8,61	0,78
3-4	70,0	17,15	0,13	200	0,007	17,30	0,89
14-15	73,4	1,03	0,04	100	0,012	2,65	0,67
15-16	72,3	2,46	0,06	100	0,012	2,65	0,67
16-4	69,5	4,93	0,07	150	0,012	5,18	0,77
4-5	71,9	24,31	0,15	200	0,007	25,20	0,93
5-6	72,8	25,91	0,16	200	0,007	26,60	0,93
8-7	70,9	1,99	0,06	150	0,012	2,65	0,67
7-6	73,7	2,95	0,06	150	0,012	3,11	0,70
6-9	75,2	30,08	0,17	200	0,010	30,80	0,98

Окончание таблицы 5

№ участ- ков	Паде- ние <i>iL</i>	Отметки						Глубина зало- жения труб, м	
		поверхность земли		лоток трубы		шелыга труб			
		в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1-2	0,350	230,68	232,68	229,68	229,33	229,93	229,5	1,00	3,35
2-3	0,104	232,68	233,4	229,33	229,23	229,58	229,4	3,35	4,17
10-12	0,186	233	233,3	232,00	231,81	232,20	232,0	1,00	1,49
11-12	0,114	231,68	233,3	230,68	230,57	230,88	230,7	1,00	2,73
12-13	0,225	233,3	233,3	230,57	230,34	230,77	230,5	2,73	2,96
13-3	0,148	233,3	233,4	230,34	230,19	230,54	230,3	2,96	3,21
3-4	0,147	233,4	233,2	229,23	229,08	229,48	229,3	4,17	4,12
14-15	0,104	233,4	233,4	232,4	232,30	232,60	232,5	1,00	1,10
15-16	0,150	233,4	233,2	232,30	232,15	232,50	232,3	1,10	1,05
16-4	0,276	233,2	233,2	232,15	231,87	232,35	232,0	1,05	1,33
4-5	0,098	233,2	232	229,08	228,98	229,33	229,2	4,12	3,02
5-6	0,077	232	231	228,98	228,90	229,23	229,1	3,02	2,10
8-7	0,210	227,38	230,76	226,38	226,17	226,58	226,3	1,00	4,59
7-6	0,094	230,76	231	226,17	226,08	226,37	226,2	4,59	4,92
6-9	0,030	231	231	226,68	226,650	226,93	226,9	4,32	4,35

По результатам геодезического расчёта построены продольные профили участков водоотводящей сети поверхностного стока, которые представлены в графической части, на листе 2.

Продольный профиль сетей выполнен согласно правилам ГОСТ 21.704.2011 (прил. В, рис. В.2) и изображён в виде развертки по осям трубопроводов.

Над профилем указаны:

– надземные сооружения (например, эстакады, насосные станции);

– глубина заложения трубопроводов от планировочной поверхности земли до лотка трубопровода.

На продольный профиль нанесены:

- поверхность земли;
- проектируемый трубопровод, колодцы, дождеприемники, камеры и подземные части зданий и сооружений, связанные с проектируемым трубопроводом;

Перечень вышеуказанных данных для прокладки трубопровода приведён в таблице (сетке), помещённой под продольным профилем.

В графе «Уклон, ‰; длина, м» прямолинейные участки трубопровода показаны линиями с наклоном, соответствующим наклону участка на профиле, при этом над линией указано числовое значение уклона, под линией – длина участка с этим уклоном.

Отметки сетей проставлены в характерных точках, в местах пересечений с автомобильными дорогами, железнодорожными, крановыми и трамвайными путями, инженерными коммуникациями и сооружениями, влияющими на прокладку проектируемых сетей.

Расстояния по вертикали (в свету) при пересечении инженерных коммуникаций принимаются согласно СП 18.13330.2011 (п. 6.12).

Участки канализационных трубопроводов должны размещаться ниже трубопроводов, транспортирующих воду питьевого качества на 0,4 м.

Допускается размещать стальные, заключенные в футляры трубопроводы, транспортирующие воду питьевого качества, ниже канализационных, при этом расстояние от стенок канализационных труб до обреза футляра должно быть не менее 5 м в каждую сторону в глинистых грунтах и 10 м – в крупнообломочных и песчаных грунтах, а канализационные трубопроводы следует предусматривать из чугунных труб.

1.5 Трубы для устройства водоотводящей сети поверхностного стока

Для устройства безнапорной водоотводящей сети поверхностного стока предложены колодцы и трубы из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» с номинальным наружным диаметром DN\DO 110-200 мм производства ООО «ЕВРОТРУБПЛАСТ» по ТУ 2248-001-73011750-2005 (рис. 2, 3) [13].

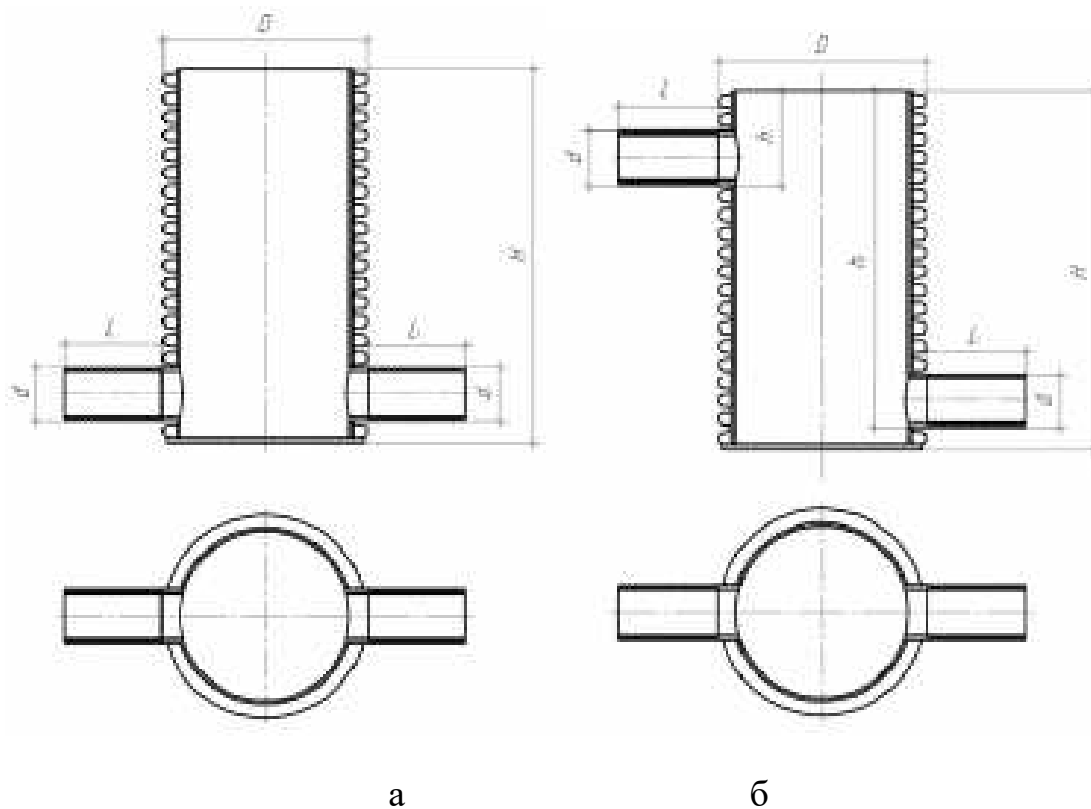


Рисунок 2 – Безлотковые колодцы «Корсис»:

а) линейный; б) перепадной

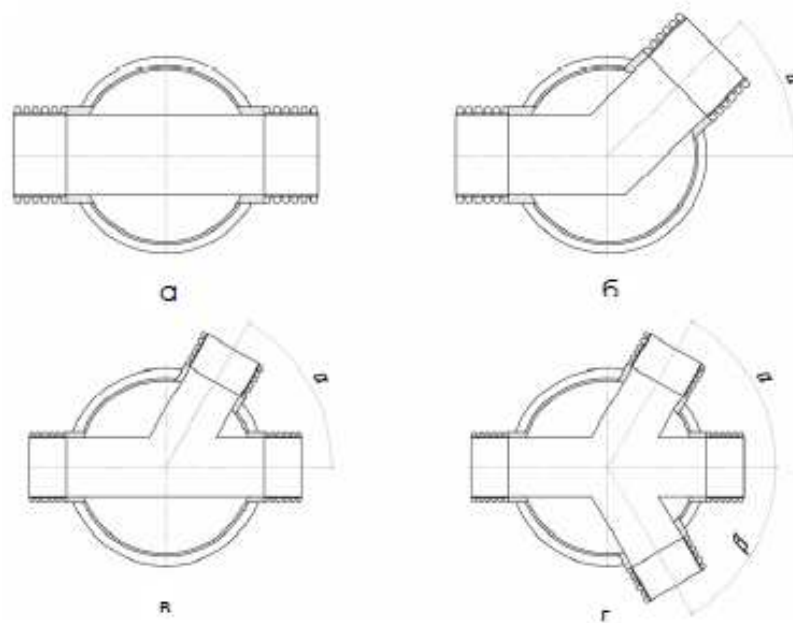


Рисунок 3 – Конфигурация присоединяемых патрубков

Технология прокладки труб описывается следующим алгоритмом. После разрытия, зачистки траншеи устраивается песчаная постель, на которую укладываются трубы, с фиксацией их положения профилированными опорами. Вручную или с помощью простейших механизмов трубы соединяются, и подготовленный участок трубопровода на $0,7D_n$ присыпается песчаным грунтом (D_n – наружный диаметр трубы).

Вторичная засыпка осуществляется песчаным грунтом на 30 см выше верха трубы. Каждый слой грунта уплотняется.

На рисунке 4 показана схема траншеи для укладки труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис».

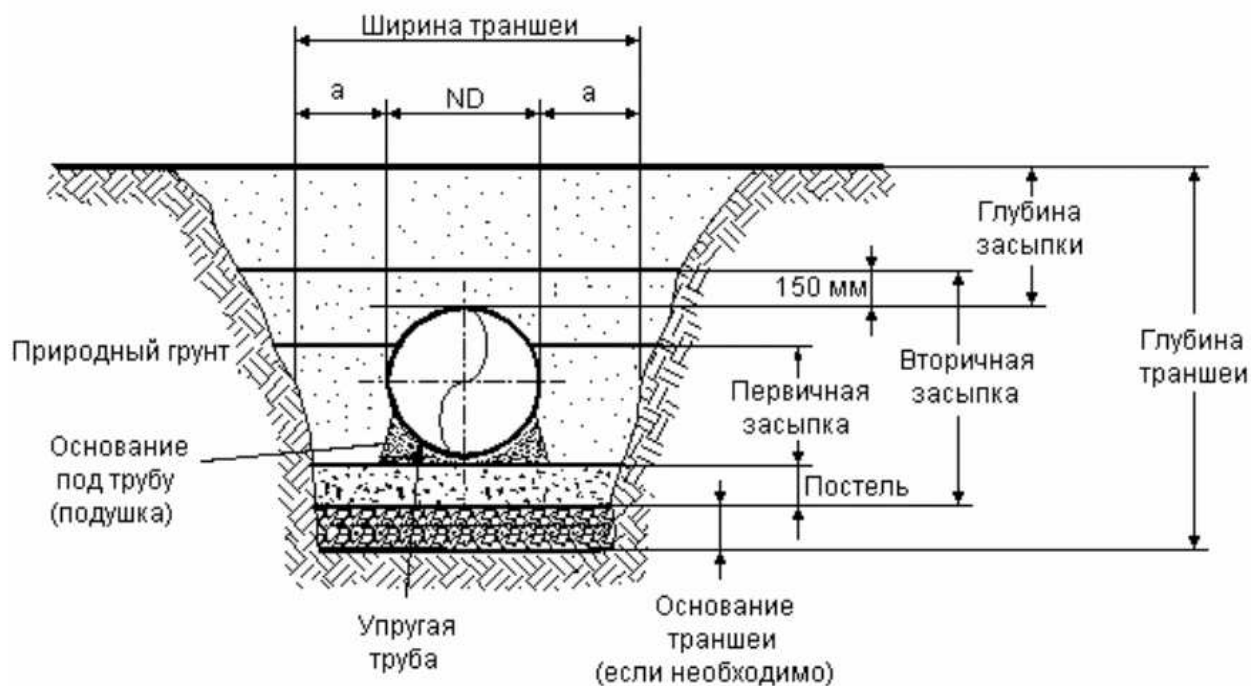


Рисунок 4 – Общая схема укладки труб «Корсис»

Минимальные размеры: $a = 30-70$ см, постель = 15 см, первичная засыпка = $0,7 D$.

Для укладки самотечных трубопроводов должна производиться специальная подготовка траншеи с обеспечением проектного уклона (согласно проекту) ровной срезкой грунта с профилированием на угол (по проекту). При прокладке предусматривается песчаная подготовка толщиной 150 мм. Основание опирания под трубу спрофилированное.

Трубы поставляются с оформленными концами в комплекте с соединительными муфтами и уплотнительными резиновыми кольцами. Муфтовое соединение труб предусматривает применение уплотнительных колец. Уплотнительное резиновое кольцо устанавливается в паз второго рифления (диаметром 125-200 мм), причем уплотняющий профиль («язычок») должен быть направлен в сторону, противоположную направлению ввода трубы в муфту. Соединительная муфта устанавливается на трубу с постоянным и одинаково распределенным усилием. Края трубы, муфты и уплотнительного кольца при монтаже должны

быть абсолютно чистыми. При проходе трубы «Корсис» через стенку колодца на ее конец следует надевать одно либо два профильных резиновых кольца в целях обеспечения герметизации стыка.

Дождеприемники перед наложением дорожного полотна укрепляются железобетонным воротником, для распределения нагрузки от проезжающего по ним автомобиля.

1.6 Подбор технологии очистки поверхностного стока АЗС

1.6.1 Существующие технологии

Очистка поверхностных сточных вод, содержащих нефтепродукты может осуществляться механическими, физико-химическими, химическими и биологическими методами. Чтобы получить результаты по содержанию загрязняющих веществ в стоках, соответствующие определенным санитарным нормам или технологическим параметрам, чаще всего применяют не только один метод, а используют несколько из вышеуказанных методов.

Из-за сложного состава нефтесодержащих сточных вод при их очистке используется комбинация различных методов. Во всех случаях первой стадией является механическая очистка, способствующая удалению взвешенных и плавающих веществ. Чтобы достигнуть более высоких технико-экономических показателей уже недостаточно только механических методов, в отстаивании вод применяют добавки различных реагентов (химический метод), фильтрация осуществляется не только через зернистую загрузку, но и одновременно сорбционную или ионообменную (физико-химические методы).

Строительство автозаправочных станций в стране вызвали повышенный спрос на компактные, быстро возводимые (3-4 дня), очистные сооружения полной заводской готовности для дождевых сточных вод с территории станций, содержащих нефтепродукты [14].

По результатам литературного обзора представлены наиболее эффективные установки моноблочных очистных сооружений.

1.6.2 Очистные сооружения ЗАО «Севзапналадка Росводоканал»

Современную технологию очистки сточных вод от нефтепродуктов разработало ЗАО «Севзапналадка Росводоканал» г. Санкт-Петербург [15]. Ее можно применять при строительстве новых очистных сооружений и при реконструкции существующих.

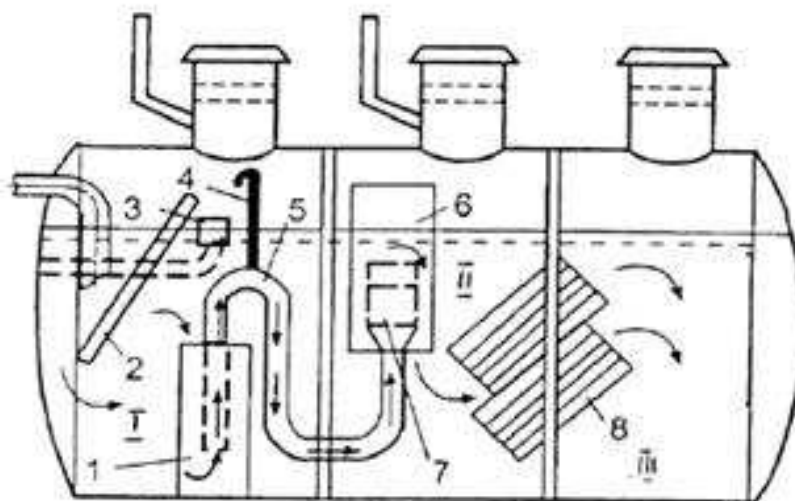
Очистные сооружения, как правило, работают в самотечном режиме. При этом используется нефтеулавливающее устройство (Пат. 2108429 РФ).

Доочистка стоков, в случае необходимости, осуществляется на сменных фильтрах. В качестве фильтрующих материалов применяются современные сорбенты, имеющие соответствующие сертификаты.

Очистные сооружения, монтируемые в едином моноблоке, как показано на рисунке 5, имеют компактную малогабаритную конструкцию.

В настоящее время разработаны блочные очистные сооружения двух типов-размеров: диаметром 2,0 и длиной 4,5 м (производительность до 10 л/с), диаметром 2,5 и длиной 6,5 м (производительность до 20 л/с).

На моноблочных очистных сооружениях очистка осуществляется в три ступени: на нефтеулавливающих устройствах (камеры I-II); на блоках тонко-слоистого отстаивания (камеры II-III). Очистные сооружения монтируются в едином металлическом горизонтальном блоке подземного исполнения.



1 – цилиндрический стакан-гаситель потока; 2 – наклонная перегородка; 3 – датчик уровня нефтепродуктов (комплектуется по заявке); 4 – воздушник; 5 – нефтеулавливающее устройство; 6 – цилиндрическая перегородка; 7 – расширитель нефтеулавливающего устройства; 8 – блоки тонкослойного отстаивания.

Рисунок 5 – Очистные сооружения «Севзапналадка Росводоканал»

Загрязненные стоки по подводящей трубе поступают в горизонтальный трехсекционный отстойник – маслоотделитель. Вход осуществляется через заглубленный под уровень жидкости трубопровод. Направление потока обеспечивается наклонной перегородкой, которая защищает стакан-гаситель потока нефтеулавливающего устройства от заиливания. В камере I отстойника происходит первичное разделение нефтепродуктов. Затем стоки, пройдя гаситель потока, попадают в нефтеулавливающие устройства.

В зоне верхней части U-образного перегиба нефтеулавливающих устройств образуется «взвешенный слой», состоящий из мелкодисперсных частиц нефтепродуктов, содержащихся в стоках после предварительного разделения. Устройства работают с постоянно открытой воздушной трубкой в системе

сообщающихся сосудов, поэтому «взвешенный слой» нефтепродуктов находится в стабильном состоянии и стоки, проходя через него, фильтруются.

Мелкодисперсные частицы нефтепродуктов, содержащиеся в стоках, укрупняются, т.е. происходит их агломерация.

Таким образом, нефтепродукты задерживают нефтепродукты. После нефтеулавливающих устройств стоки поступают на блоки тонкослойного отстаивания, на которых происходит очистка сточных вод от мелкодисперсных взвешенных веществ.

Показатели очистки поверхностных стоков на выходе установки:

– взвешенные вещества – 30 мг/л;

– нефтепродукты – 5 мг/л;

– БПК_{полн} – 15 мг/л.

Требуется доочистка стоков до нормативов перед сбросом на рельеф или использования на технические нужды.

1.6.3 Ливневые очистные сооружения «Стокс» компании «Модуль» г. Ярославль

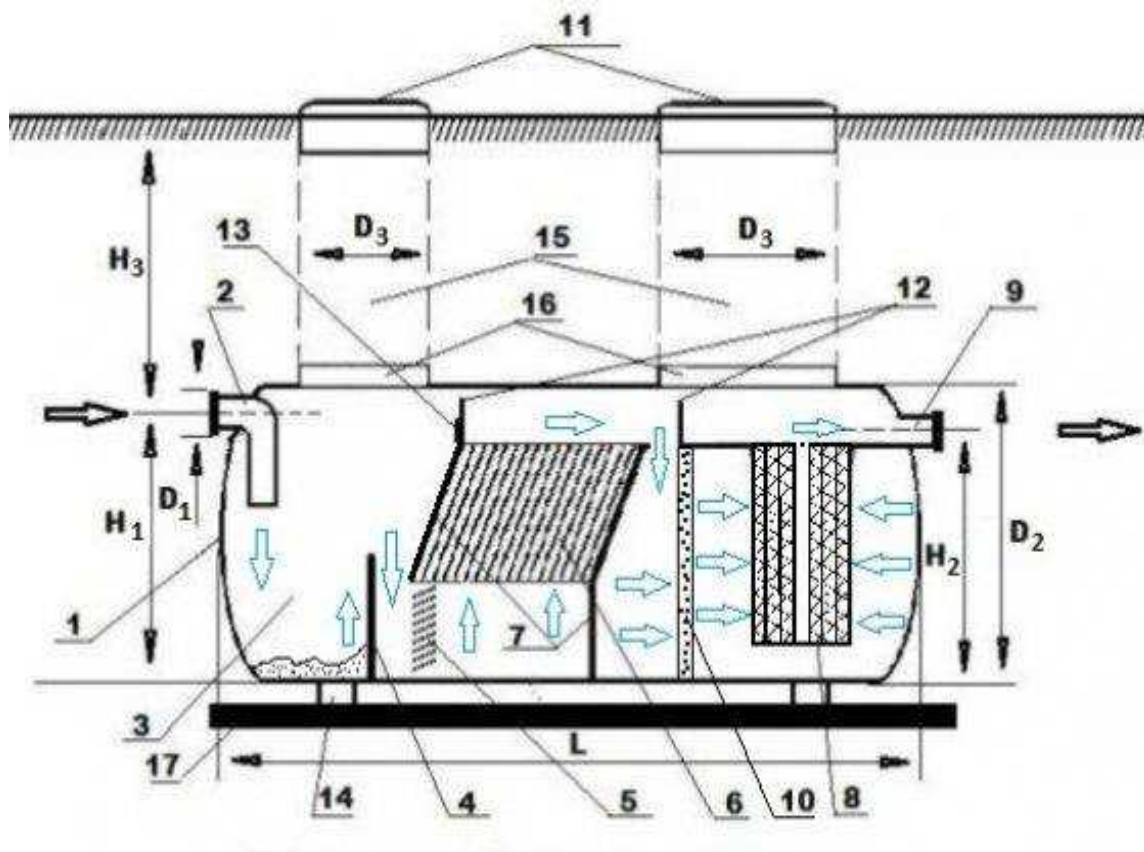
Для очистки нефтесодержащих сточных вод с территории АЗС, гаражей и других объектов компания «Модуль» г. Ярославль выпускает ливневые очистные сооружения «Стокс», разработанные в соответствии с ТУ 4852-002-61193869-2012 [16].

Установки модельного ряда «Стокс» достигают степени очистки по взвешенным веществам до 5 мг/л, по нефтепродуктам до 0,3 мг/л, что соответствует сбросу очищенной воды в городскую ливневую канализацию.

Установки модельного ряда «Стокс» с индексом "А" имеют те же массогабаритные характеристики и отличаются только улучшенным дополнительным фильтром, который очищает воду до уровня по взвешенным веществам до 10

мг/л, по нефтепродуктам до 0,05 мг/л, позволяющего сброс в водоёмы рыбохозяйственного назначения.

Алгоритм работы установки «Стокс», изображенной на рисунке 6: первичная стадия очистки водостоков происходит в первом отсеке установки.



1 – корпус установки, 2 – патрубок для входа стоков, 3 – отсек -отстойник тяжелых частиц, 4 – пескоотбойная пластина, 5 – фильтр грубой очистки (ФГО), 6 – блок тонкослойных элементов, 7 – перегородки отсеков, 8 – сорбционный блок, 9 – патрубок выхода очищенной воды, 10 – фильтр тонкой очистки (ФТО), 11 – крышка технического колодца, 12 – байпас, 13 – датчик уровня нефтепродуктов, 14 – опора установки, 15 – технический колодец, 16 – направляющая опора под технический колодец, 17 – монолитная фундаментная плита

D_2 – диаметр установки, D_3 – диаметр технического колодца, H_1 – высота от основания установки до центра входящего патрубка, H_2 – высота от основания установки до центра исходящего патрубка, H_3 – высота от центра входящего патрубка до поверхности земли (заглубление установки), L – длина установки.

Рисунок 6 – Установка для очистки талых и ливневых сточных вод «Стокс»

За счет гравитации в условиях относительно медленного потока воды происходит разделение взвешенных веществ. С большей плотностью (механические примеси) оседают на дно установки.

Распределение осадка по дну не равномерное, но благодаря пескоотбойной пластине неравномерность распределения уменьшается в несколько раз. Большая часть нефтепродуктов в эмульгированном состоянии и в виде капель всплывает на поверхность и также остается в первом отсеке.

Во втором отсеке с помощью тонкослойных элементов происходит уменьшение влияния конвективных потоков и вихревых зон на отстаивание. Как показывает длительный опыт их применения, производительность единицы объема отстойной зоны установок «Стокс» повышена в разы.

Для этого во втором отсеке установки расположены пакеты пластин с расстоянием между ними 50-100 мм, установленных наклонно с углом около 45-50°, что также способствует самоочищению тонкослойных элементов от всплывающих и осаждающихся частиц. Конечный этап очистки во втором отсеке происходит за счет сорбирующего бона, который задерживает оставшиеся нефтепродукты.

Третий отсек производит окончательную очистку стоков за счет сорбционного фильтра, при этом достигаемая степень очищенной воды взвешенным веществам и нефтепродуктам позволяет производить сброс в городскую ливневую канализацию. Для более тонкой очистки стоков применяется установка серии «Стокс» с индексом (А). При использовании в установке улучшенного дополнительного сорбционного фильтра(S+S) показатели очистки по взвешенным веществам и нефтепродуктам позволяют осуществление сброса очищенного стока в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Производительность очистных сооружений типового ряда «Стокс» от 2 л/с. до 100 л/с. Для обеспечения более высокой производительности возможна группировка установок и их параллельная работа.

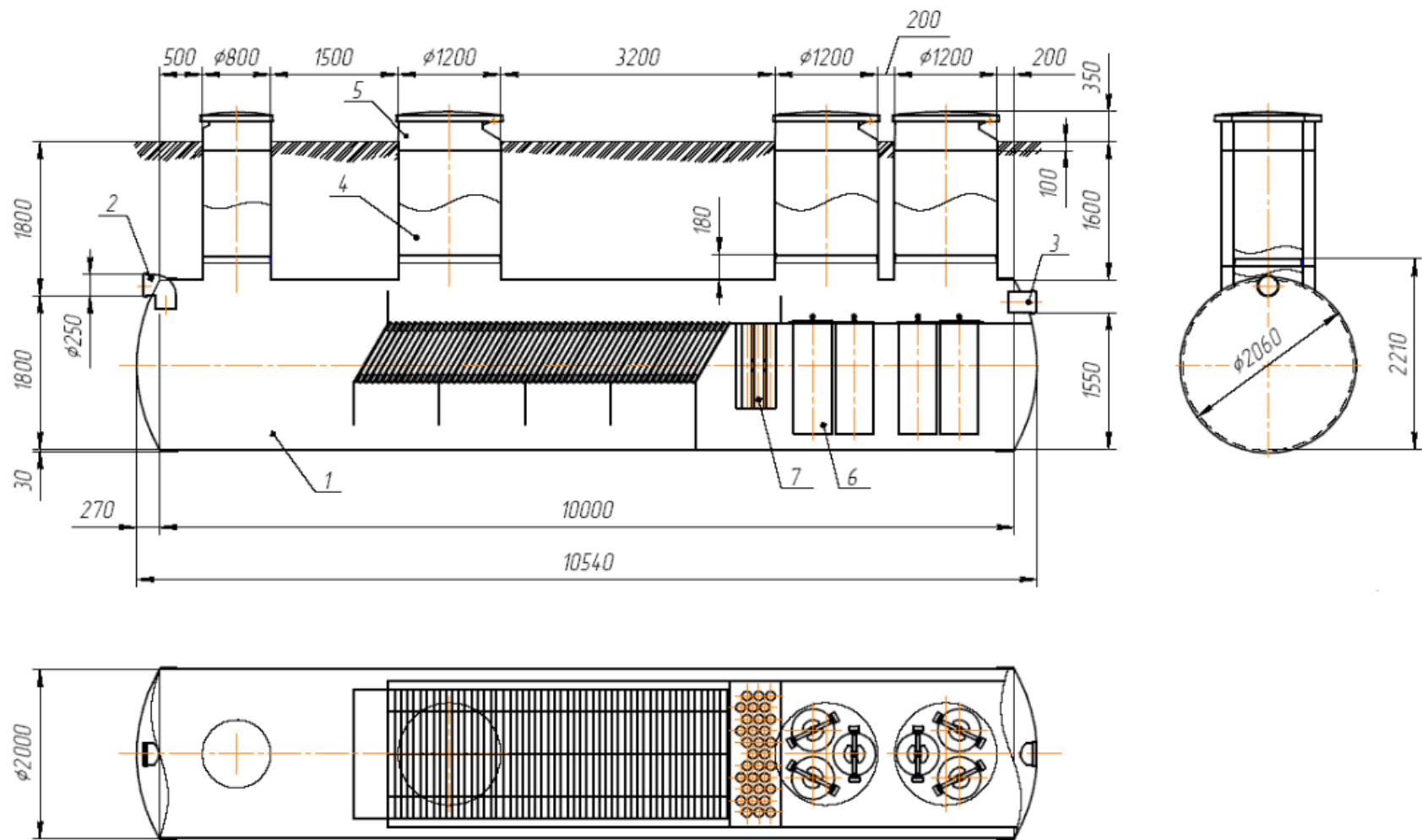
1.6.4 Оборудование для очистки ливневых и производственных сточных вод «Векса» (ООО «Витэко», г. Ростов)

Современное отечественное оборудование для очистки ливневых и производственных сточных вод изготавливает ООО «Витэко», г. Ростов, под товарной маркой «Векса» [17-19]. Типоряд – от 2 до 200 л/с.

Процесс очистки поверхностных стоков в установках «Векса» проходит в нескольких блоках в соответствии с рисунком 7.

Описание работы установки:

- песколовка предназначена для отделения крупных минеральных примесей и пленочных нефтепродуктов;
- тонкослойный блок служит для задержания мелкодисперсных взвешенных веществ, посредством установления ламинарного режима течения воды и большой площади для осаждения взвешенных частиц;
- коалесцентный сепаратор способствует укрупнению частиц эмульгированных нефтепродуктов, позволяя им в дальнейшем всплыть и не попасть в очищенную воду;
- кассета с плавающей загрузкой из вспененного полистирола позволяет частично предотвратить вынос нефтепродуктов и других нерастворимых продуктов на последующую стадию очистки.



1 – корпус, 2 – входной патрубок, 3 – выходной патрубок,
 4 – смотровой колодец, 5 – люк, 6 – сорбционный фильтр, 7 – коалесцентный фильтр

Рисунок 7 – Моноблочная установка «Векса»

Монтаж модульной установки «Векса – 5» производится поэтапно: первый этап – разработка котлована. Подготовительные работы заключаются в установлении защитного ограждения стройплощадки и снятии растительного слоя с перемещением в отвал. Экскаватор приступает к разработке котлована. Изъятый грунт вывозится или складывается в определенном месте. Окончательная доработка котлована производится рабочими вручную. На бровку котлована сгружается щебень и сталкивается в котлован. Рабочие равномерно разбрасывают щебень по дну котлована.

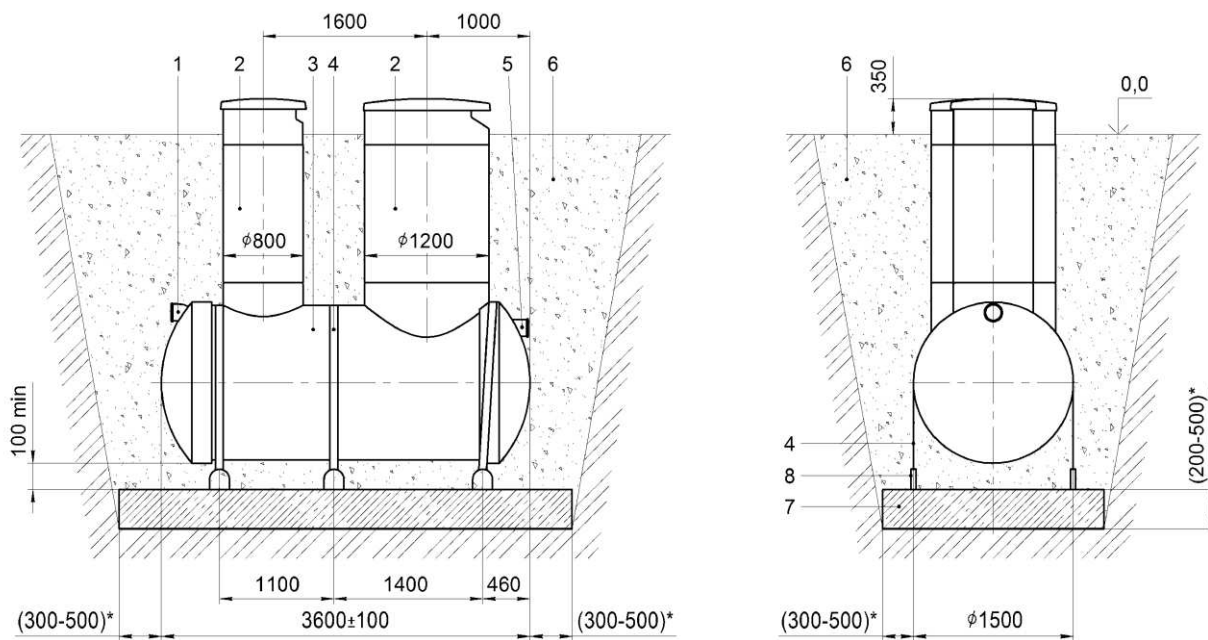
Вторым этапом монтируется фундаментная железобетонная плита. Для этого производится цементная стяжка щебня, монтаж арматурных сеток и закладных деталей для железобетонной плиты, монтируется опалубка и заливается бетонная смесь. После затвердения бетона опалубка демонтируется. Выполняется подсыпка песка слоем 100 мм с последующим уплотнением трамбовкой.

Третий этап – это установка стеклопластиковой емкости при помощи грузоподъемной строительной техники на железобетонную плиту. Для предотвращения всплытия емкость закрепляется монтажным комплектом к закладным деталям плиты.

Четвертым этапом производится послойная обратная засыпка котлована с трамбовкой каждого слоя. Одновременно емкость заполняется водой. Уровень воды всегда должен быть выше уровня песка. При достижении уровня подводных патрубков к емкости присоединяются трубопроводы «Корсис».

На горловины корпуса надеваются технические колодцы со стеклопластиковыми люками. Стыки технического колодца должны быть загерметизированы водонепроницаемой мастикой резинобитумной МГХ – Т ТУ 5775 – 012 – 42788835 – 2002. Устанавливаются датчики уровня LS2 – 1, прокладывается кабель в соответствии со схемой подключения. Дальнейшая засыпка песком производится слоями по 250 мм с утрамбовкой. Все работы сопровождаются актами их приемки.

Вид смонтированной установки приведен на рисунке 8.



1 – патрубок входной; 2 – колодец технический с пластиковым люком; 3 – корпус установки «Векса-5»; 4 – стропа с талрепами (входит в монтажный комплект); 5 – патрубок выходной; 6 – песок уплотненный; 7 – фундаментная железобетонная плита; 8 – закладная деталь

Рисунок 8 – Монтаж установки «Векса – 5» под газон

Пятый этап – это благоустройство места расположения очистных сооружений. Со стройплощадки демонтируются и вывозятся временные сооружения, строительная техника и защитные ограждения, строительный мусор. Производится озеленение газона.

Сорбционный фильтр ФСБ – 1 монтируется по аналогичному алгоритму.

Показатели очистки поверхностных стоков на выходе установки не допускают сброс очищенной воды в водоёмы культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования:

- взвешенные вещества – 6 мг/л;
- нефтепродукты – 3 мг/л;
- БПК_{полн.} – 6 мг/л.

Установки «Векса» могут быть смонтированы в подземном и надземном варианте. И тот, и другой способы монтажа занимают минимум времени и трудозатрат. Очистные сооружения «Векса» выполнены в полной заводской готовности и не требуют от строителей специальных знаний.

Пример технологической схемы использования установки «Векса» показан на рисунке 9.

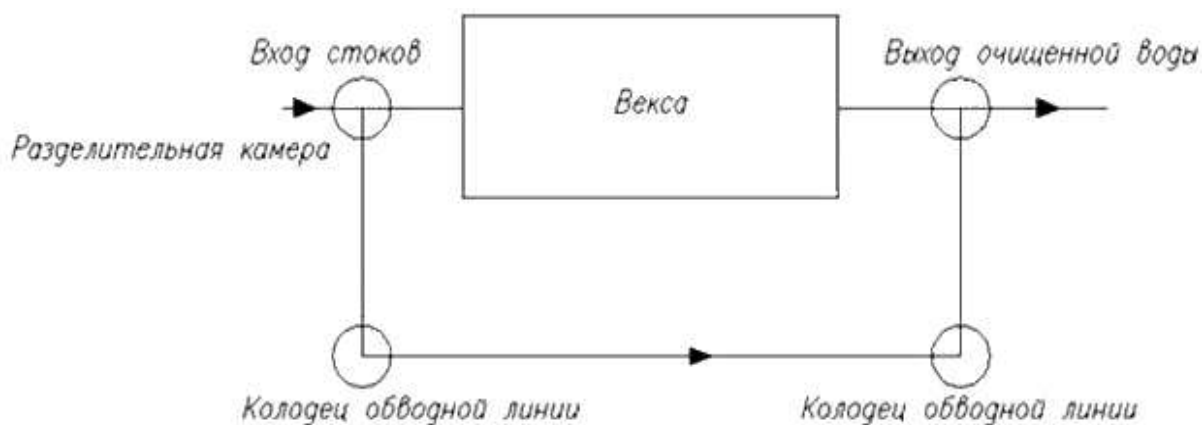


Рисунок 9 – Организация технологической схемы очистных сооружений с применением проточного режима

Описание схемы очистки: сточная вода по канализационным сетям с территории направляется в разделительный колодец. Сток, превышающий расчетный, считается условно чистым и сбрасывается без очистки.

Загрязненный сток самотеком поступает на прямоточное очистное сооружение ливневого стока. Движение воды по зонам самотечное за счет разницы уровней воды на входе и выходе.

Очистные сооружения ливневых вод можно комплектовать емкостью для сбора очищенной воды в целях оборотного водоснабжения (получение «технической» воды).

1.6.5 Оборудование для очистки ливневых сточных вод НПП-С, НПП-СК и SOR ООО «Аргель», г. Ярославль

Оборудование для очистки ливневых и производственных сточных вод выпускает ООО «Аргель», г. Ярославль, под товарными марками НПП-С, НПП-СК и SOR [20, 21]. Общий вид сепараторов-ловушек НПП-С приведен на рисунке 10.

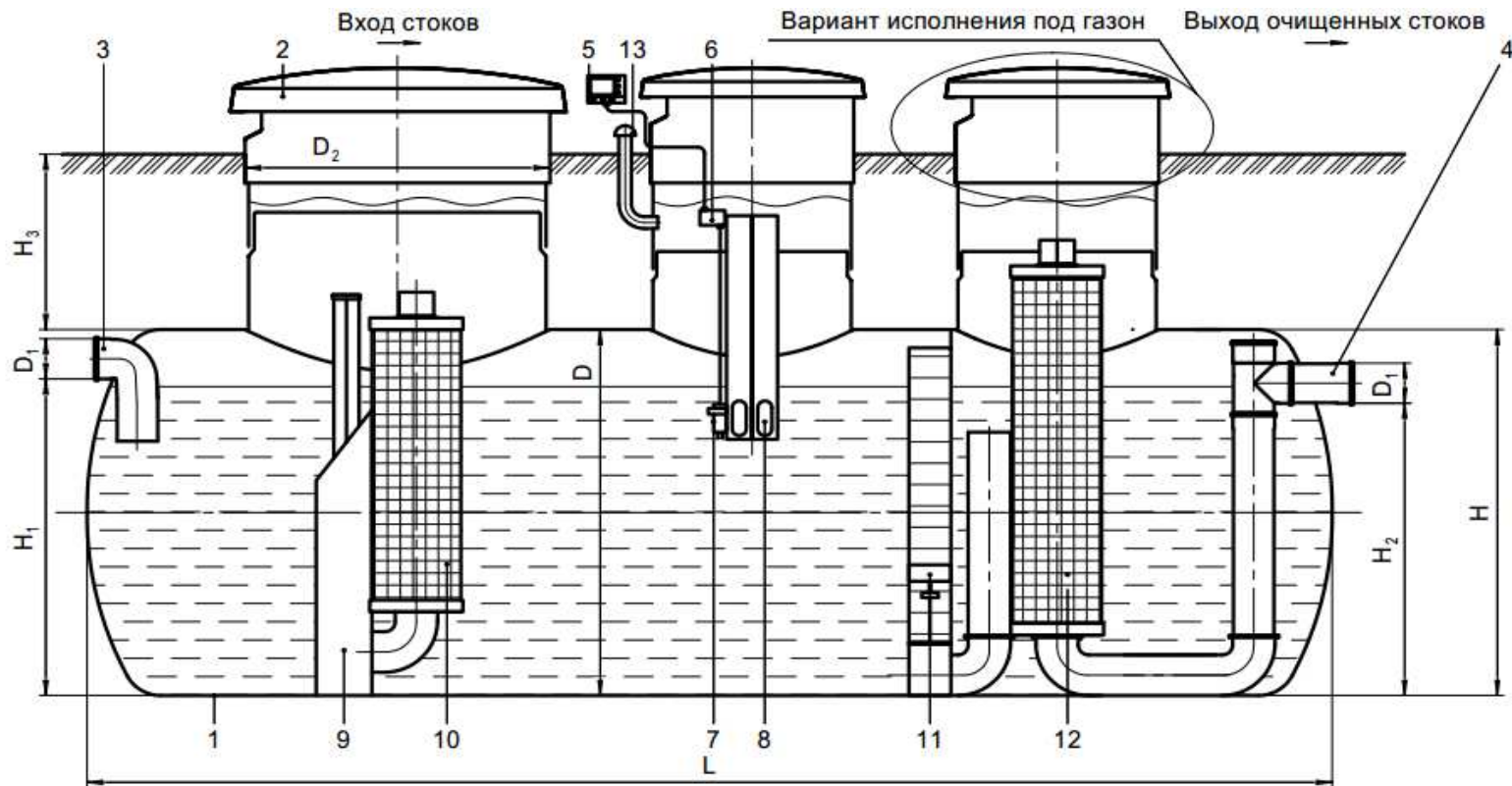
Процесс очистки поверхностных стоков проводится в три этапа:

Этап 1: очистка на отстойнике – пескоуловителе. В первой камере крупные частицы, поступающие с поверхностным стоком, осаждаются на дне отстойника. С течением времени на дне накапливается осадок, который необходимо удалить с помощью ассенизаторской техники.

Этап 2: после первичного отстаивания, поверхностные стоки поступают во вторую камеру с установленным коалесцентным фильтром, укрупняющим эмульгированные нефтепродукты. Фильтр помогает нефтепродуктам всплыть на поверхность и оставаться там до последующего откачивания (производится по достижению установленного уровня). Загрязненный фильтр легко промыть аппаратом высокого давления.

Этап 3: в последней (третьей) камере установлены сорбционные фильтры с материалом «FIBROIL», абсорбирующие растворенные нефтепродукты. Частота замены сорбционного материала определяется исходя из концентраций загрязняющих веществ.

На очистных сооружениях НПП установлено устройство автоматической блокировки, которое в аварийной ситуации не позволит нефтепродуктам попасть в ливневую сеть с очищенными стоками и предотвратит загрязнение водоема.



1 – корпус; 2 – люк; 3 – входной патрубок; 4 – выходной патрубок; 5 – коробка сигнализации; 6 – распределительная коробка; 7 – датчик нефтепродуктов; 8 – труба для откачки нефтепродуктов; 9 – механический фильтр; 10 – коалесцентный фильтр; 11 – поплавков; 12 – фибро-льный фильтр; 13 – вентиляция; D – диаметр сепаратора; D_1 – диаметр патрубков; D_2 – диаметр колодца; H – высота корпуса сепаратора; H_1 – высота расположения входного патрубка; H_2 – высота расположения выходного патрубка; H_3 – глубина расположения входного па-трубка от поверхности земли до лотка; L – длина корпуса сепаратора

Рисунок 10 – Общий вид сепараторов-ловушек НГП ловушек НГП-С-2; НГП-С-70

Наряду с системой автоматической блокировки в установках очистки поверхностного стока устанавливается датчик нефтепродуктов, который в штатном режиме позволяет проинформировать о необходимости откачивания накопившихся в установке нефтепродуктов. При проектировании и эксплуатации оборудования по очистке поверхностных сточных вод не допускается попадания хозяйственно-бытовых сточных вод в установку.

Установки SOR (ArgelT) – очистные сооружения ливневой канализации включают следующие блоки: отстойник, коалесцентный сепаратор, сорбционный фильтр. Каждый из установленных блоков, выполняет свою функцию.

Отстойник предназначен для отделения минеральных примесей и нерастворенных взвешенных веществ большой крупности.

Коалесцентный сепаратор производит укрупнение нефтепродуктов и их улавливание при помощи установленной полупогружной перегородки.

Сорбционный фильтр – предназначен для окончательной обработки сточной воды и доведения качественных показателей стоков до необходимой степени. Принцип его работы – сорбция загрязняющих веществ и удержание их в теле фильтра. При накоплении предельной массы загрязнений в фильтре необходимо произвести его замену или регенерацию.

Установки очистки ливневых стоков SOR монтируются в железобетонный кессон. Сверху установка закрывается съёмными панелями-перекрытиями.

Работа очистных сооружений основана на применении механических и физико-химических способов очистки ливневых стоков. Механическим способом удаляются взвешенные вещества, путем осаждения на пластинчатом сепараторе и отвода их в отстойную часть пескоотделителя. Для удаления нефтепродуктов используется тонкослойное отстаивание воды на коалесцентных модулях.

Принцип работы коалесцентного модуля заключается в укрупнении частиц нефтепродуктов на гидрофобной (плохо смачиваемой) поверхности. Далее частицы всплывают и накапливаются на поверхности нефтеемделителя.

Физико-химический способ – адсорбция сорбентом на своей поверхности нефтепродуктов, находящихся в тонкоэмульгированном и растворенном состоянии. Предложенная схема очистки поверхностных сточных вод позволяет очищать сточную воду до нормативных значений для сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Станции очистки ливневых стоков ценовой категории 1500000 – 3500000 руб. поставляет на рынок очистных сооружений ООО Гидроматик г. Новосибирск.

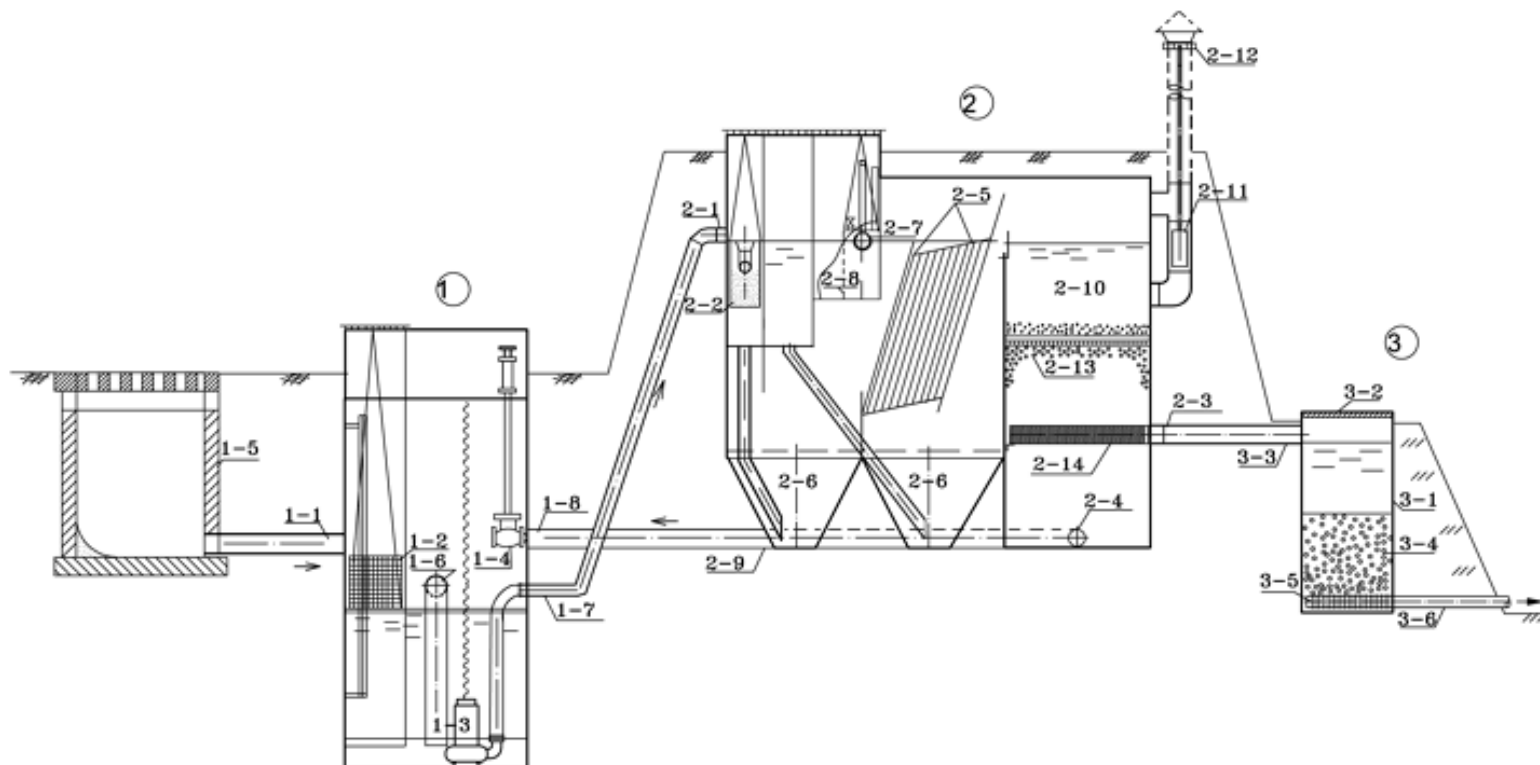
1.6.6 Установки ливневой канализации «Свирь» (Торговый Дом «Инженерное оборудование» г. Москва)

Торговый Дом «Инженерное оборудование» г. Москва разработал и организовал производство сертифицированных установок ливневой канализации «Свирь» для очищения дождевых и талых сточных вод, появляющихся в результате климатических явлений или в ходе технологических процессов. Установки изготавливаются в нескольких модификациях:

– «Свирь 1,5-20», а также «Свирь 1,5-20У», производительность которых составляет от 1,5 до 20 л/с. Устанавливаются на территориях, площадь которых менее 2 га.

– «Свирь 20-240 К», «Свирь 20-240 КУ» производительность от 20 до 240 л/с. Эффективно функционируют на площадях до 240 га [22].

Недостаток данной установки – необходимость включения насосной станции, перекачивающей по напорному трубопроводу стоки в сорбционный блок, что увеличивает энергоемкость и энергозависимость очистных сооружений.



1. Насосная станция: 1-1 - подводящий трубопровод, 1-2 - контейнер для отбросов, 1-3 - погружной насос, 1-4-шаровой кран, 1-5 – дожде-приемник, 1-6 - переливной трубопровод, 1-7 - напорный трубопровод, 1-8 - трубопровод промывной воды;
2. Блок очистки: 2-1 - подвод сточных вод, 2-2 - пескоулавливающий бункер, 2-3 - отвод очищенных сточных вод, 2-4 - дренаж малого сопротивления, 2-5 - тонкослойный блок, 2-6 - прямки для осадка, 2-7 - труба поворотная, 2-8 - емкость для нефтепродуктов, 2-9 - отвод промывной воды, 2-10 - фильтр с плавающей загрузкой, 2-11 - поплавковый указатель уровня перед фильтром, 2-12 – огнепреградитель, 2-13 - плавающая загрузка, 2-14 - дренаж большого сопротивления;
3. Сорбционный фильтр: 3-1 – корпус, 3-2 – крышка, 3-3 - подводящий трубопровод, 3-4 – сорбент, 3-5 – дренаж, 3-6 - отводящий трубопровод очищенных сточных вод

Рисунок 11 – Установка «Свирь»

1.6.7 Варианты доочистки поверхностного стока

Как показало изучение этой темы, в случае отведения поверхностного стока в водные объекты рыбохозяйственного назначения, требуется его доочистка до норм допустимого сброса. Для доочистки поверхностного стока могут быть применены физико-химические или биохимические методы, реализующиеся в виде сорбционных фильтров или полей фильтрации.

В качестве сорбционной загрузки фильтров применяются шунгит, глауконит, активированный уголь, углетканый материал «Бусофит» и углеродный сорбент высокой реакционной способности УСВР. Выбор загрузки определяется составом загрязнений, скоростями фильтрования и условиями регенерации загрузки.

Доочистка сточных вод может быть представлена фильтром направленного действия из нетканого материала (рисунок 12) или фильтром с сорбционной загрузкой (рисунок 13).

Новосибирское предприятие ООО «ТВК» изготавливает весь комплекс очистных сооружений, связанных очисткой сточных вод [23].

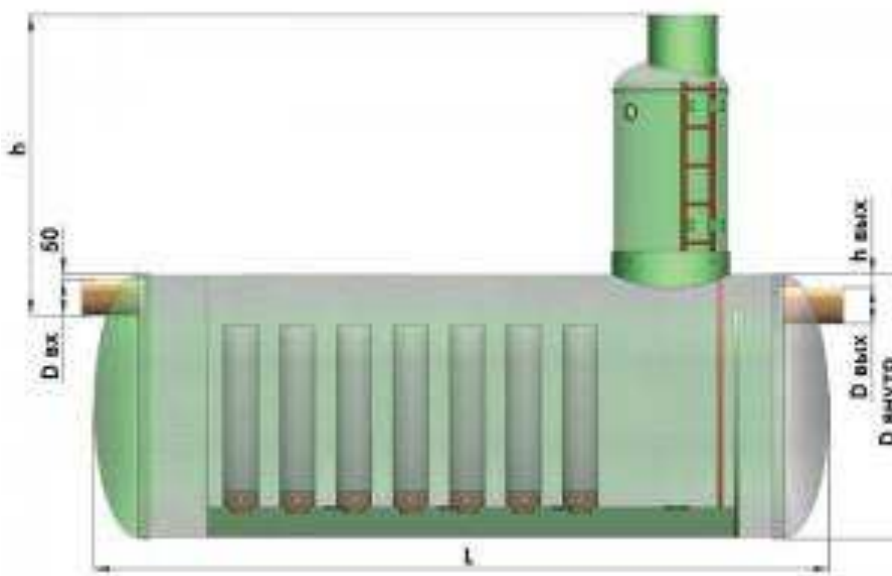


Рисунок 12 – Фильтр направленного действия из нетканого материала

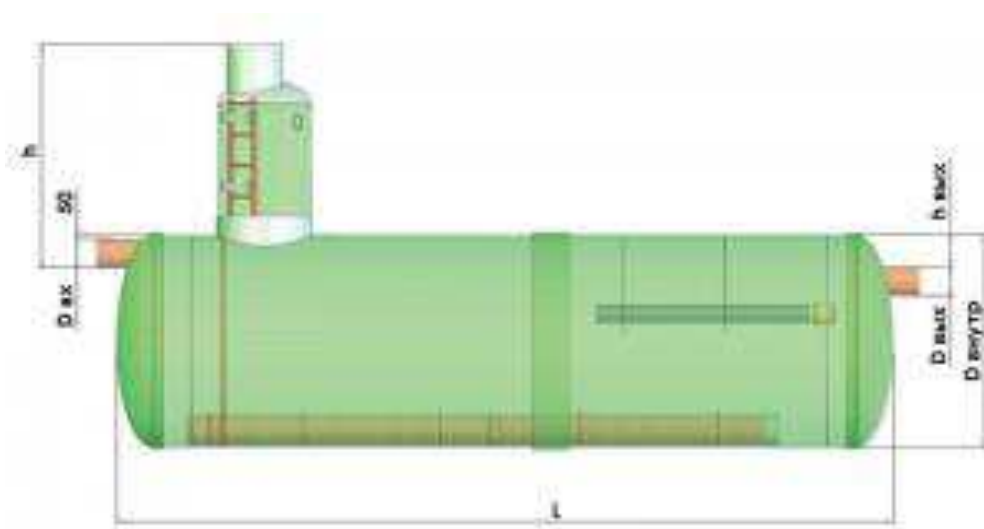


Рисунок 13 –Фильтр с сорбционной загрузкой

При малом расходе поверхностного стока сорбционный блок может объединяться с другими блоками очистки. Возможно изготовление установки совмещённой очистки на нетканом материале и сорбенте, а также сорбционного блока со встроенной насосной станцией.

Диаметры входного и выходного патрубков монтируются под конкретный расход из гладких либо гофрированных канализационных труб, выходной патрубков из нержавеющей стали под фланец при установке насоса. Возможно применение стеклопластиковой трубы и стеклопластикового фланца монолитного исполнения.

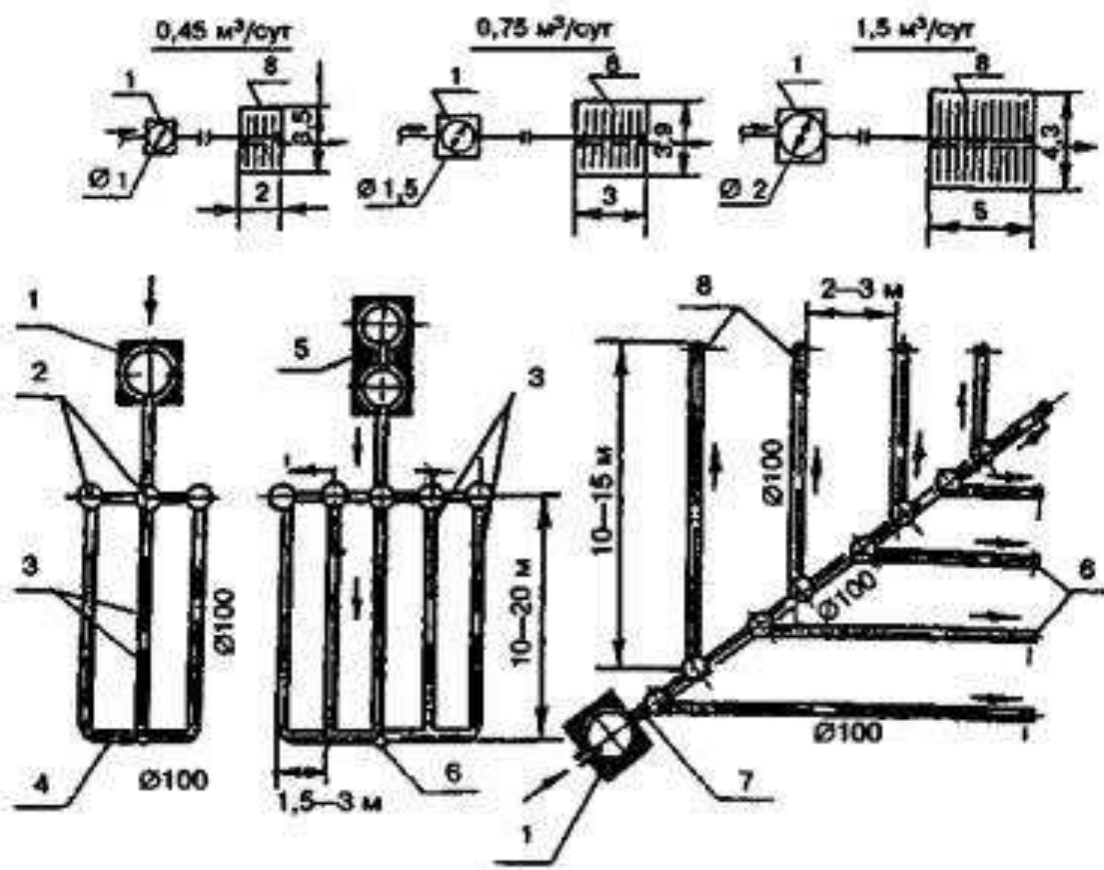
Высота технического колодца h принимается по каталогу исходя из глубины залегания лотка подводящей трубы.

Фильтрационное поле представляет собой несколько горизонтальных траншей, заполненных шлаком, гравием или щебнем. Вода, подлежащая очистке, подается в траншеи через систему трубопроводов. По сути, это тот же фильтрационный колодец, но горизонтальный. Поля подземной фильтрации состоят из сети оросительных труб, укладываемых на глубину ниже глубины промерзания грунта от поверхности земли. Причем расстояние до уровня грунтовых вод должно быть не менее 1 м. Распределительный трубопровод

диаметром 10 см (основной) прокладывается с уклоном 0,5 см на 1 м. На нем в местах ответвлений труб устраивают смотровые колодцы.

Оросительные и распределительные системы монтируются из асбестоцементных безнапорных или пластмассовых труб. Оросительные прокладывают в виде ответвлений длиной до 20 м. от распределительного трубопровода. Под трубами укладывают слой из щебня или гравия высотой около 20 см и шириной 25 см. Для притока воздуха на концах оросительных труб на 2 м выше планировочных отметок выводят стояки диаметром 10 см.

Схемы устройства полей фильтрации приведены на рисунке 14.



- 1 – септик однокамерный; 2 – колодец распределительный; 3 – оросительные трубы;
 4 – вентиляционные трубы; 5 – септик двухкамерный; 6, 8 – вентиляционные стояки;
 7 – магистральный трубопровод

Рисунок 14 – Схемы полей подземной фильтрации

1.7 Технологические схемы очистки поверхностного стока

Исходя из обзора литературных источников, интернет-ресурсов и изученных типовых проектов приняты наиболее приемлемыми схемами для очистки поверхностного стока АЗС являются:

- моноблочная система очистки поверхностного стока с доочисткой на сорбционном фильтре;
- моноблочная система очистки поверхностного стока с доочисткой на полях фильтрации.

Для обоснования выбора схемы очистки определены технологические параметры образующегося ливневого стока и установлены ориентировочные затраты на их организацию и устройство.

1.7.1 Моноблочная система очистки ливневого стока с доочисткой на сорбционном фильтре

Предусмотрена следующая схема водоотведения и очистки ливневых и талых сточных вод с поверхности территории АЗС, загрязненной нефтепродуктами. Все дождевые и талые стоки с кровель зданий, площадей внутриплощадочных автопроездов и автостоянки, тротуаров, отмосток и пешеходных дорожек самотеком отводятся подземной сетью ливневой канализации на моноблочную установку «Векса», а затем доочистка сточных вод происходит в фильтре сорбционном безнапорном. После очистки предусмотрено использование вод на технические нужды: мойку резервуаров, дорожных покрытий, полив газонов.

Сброс стоков в естественные водоемы не производится, что снижает отрицательное воздействие объекта на окружающую среду.

По производительности очистных сооружений $Q = 2,44$ л/с принята моноблочная установка «Векса-5», Показатели очистки поверхностных сточных вод установкой «Векса -5» приведены в таблице 6.

Конструкция установки представляет собой горизонтальную цилиндрическую емкость, разделенную внутри перегородками. Корпус и перегородки установки выполнены из стеклопластика. Входной и выходной патрубки изготовлены из НПВХ.

Таблица 6 – Показатели очистки поверхностных стоков

Показатели	Значение показателя, мг/л	
	на входе в установку	на выходе из установки
Взвешенные вещества	700	6
Нефтепродукты	70	3
БПК _{полн}	30	6
Специфические компоненты	не допускается сброс в хозяйственно-бытовую сеть	

Функционально установка состоит из песколовки, тонкослойного отстойника, коалесцентного сепаратора и фильтра с плавающей зернистой загрузкой.

Песколовка предназначена для осаждения механических примесей минерального происхождения и частичного всплытия свободных нефтепродуктов. Сточные воды поступают через входной патрубок в первый отсек, где происходит успокоение потока и гравитационное отделение примесей.

Второй отсек – тонкослойный отстойник предназначен для осаждения мелкодисперсных взвешенных веществ и всплытия нефтепродуктов. Принцип его работы заключается в следующем алгоритме: первично осветленная вода в песколовке направляется в отсек с тонкослойным отстойником. В данном отсеке, состоящем из профильных полимерных пластин с увеличенной площадью осаждения, поток при ламинарном режиме движения разделяется на ярусы (слои). Мелкодисперсные взвешенные вещества по наклонным пластинам тонкослойного отстойника оседают на дно, а всплывающие нефтепродукты собираются на поверхности.

Коалесцентный сепаратор – отсек, предназначенный для задержания эмульгированных нефтепродуктов. Принцип работы: очистка стоков от эмульгированных нефтепродуктов происходит на контактном коалесцентном сепараторе, на поверхности которого происходит слияние и укрупнение капель нефтепродуктов. Укрупненные нефтепродукты всплывают на поверхность. В третьем отсеке кассета с плавающей загрузкой из вспененного полистирола позволяет частично предотвратить вынос нефтепродуктов и других нерастворимых продуктов на последующую стадию очистки.

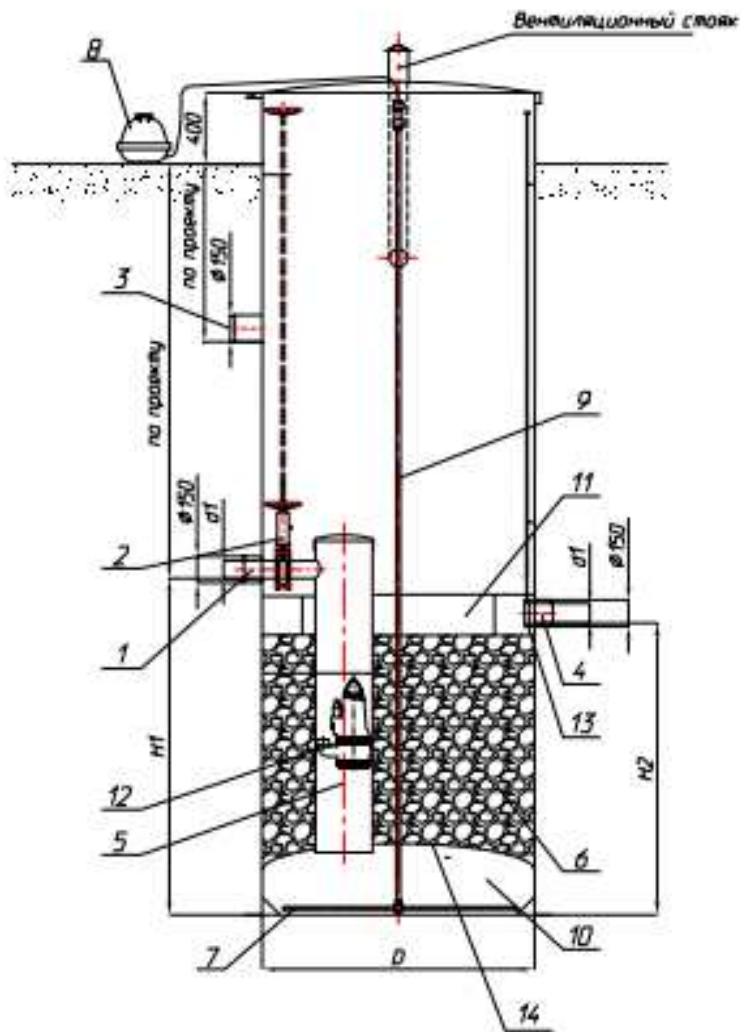
Замена фильтров с плавающей загрузкой производится подъемом через технические колодцы наружу и установкой новых.

Дополнительно после моноблочной очистной установки «Векса» включаем модуль фильтра сорбционного безнапорного «ФСБ – 1» отечественного производителя – ООО «БиоМ» г. Ульяновск, разработка 2013 г.

Конструкция фильтра приведена на рисунке 11. В нем происходит доочистка вод до требований ПДК, регламентируемых для сброса в водные объекты рыбохозяйственного назначения. Степень очистки на выходе: от нефтепродуктов – 0,03-0,05 мг/л, от взвешенных веществ – 1-3 мг/л.

Фильтр сорбционный безнапорный (рис. 15) представляет собой цилиндрический корпус из стеклопластика, в котором размещаются фильтрующий материал (сорбент) и вспомогательное оборудование – верхнее и нижнее распределительные устройства, арматура, воздуховод и т. д. Корпус устанавливается вертикально. Горловина емкости закрыта крышками. Во внутреннюю часть емкости через стенку выведены гильзы для присоединения трубопроводов подачи и отвода стоков. Сточные воды после этапа очистки в установке «Векса» поступают в блок доочистки безнапорного сорбционного фильтра, где проходят через слой сорбента. После этого очищенная вода поступает в радиальный сборный желоб, откуда уже сбрасывается в резервуар очищенной воды для повторного оборота. Фильтр сорбционный безнапорный комплектуется погружным насосом и компрессором.

Удаление осадка из распределительной зоны камеры фильтрования с одновременной промывкой загрузки потоком воды должно осуществляться не реже одного раза за теплый сезон года. Удаление осадка производится путем опускания погружного насоса, входящего в комплект поставки в распределительно-разгрузочную трубу блока доочистки.



1 – подводящий патрубок, 2 – задвижка шиберная, 3 – переливной патрубок, 4 – отводящий патрубок, 5 – распределительно-разгрузочная труба, 6 – загрузка, 7 – распределитель воздуха, 8 – компрессор, 9 – воздуховод, 10 – нижняя распределительная зона, 11 – круговой сборный лоток, 12 – дренажный насос, 13 – отсекающая заслонка, 14 – перфорированное днище

Рисунок 15 – Конструкция сорбционного фильтра ФСБ-1
Характеристики фильтра приведены в таблице 7.

Загрузка представляет собой угольный сорбент различного фракционного состава, объем которого зависит от требуемой производительности фильтра и от начальной и конечной концентраций нефтепродуктов. Далее вода восходящим потоком достигает кругового сборного лотка и отводится через патрубок.

Таблица 7 – Характеристики фильтра

Типо-размер	Производительность л/с	Диаметр, мм	Высота лотка подводящего патрубка от дна, мм	Высота лотка отводящего патрубка от дна, мм
ФСБ-1	1-4	1500	1890	1640

Загрузка представляет собой угольный сорбент различного фракционного состава, объем которого зависит от требуемой производительности фильтра и от начальной и конечной концентраций нефтепродуктов.

Далее вода восходящим потоком достигает кругового сборного лотка и отводится через патрубок.

Сорбент (МИУ-С) является универсальной загрузкой фильтров очистки воды от нерастворенных и растворенных нефтепродуктов, грубодисперсных примесей, железа, фенола, ионов тяжелых металлов, аммония, нитратов, бензопирена и пр. Большим преимуществом сорбента является его дешевизна по отношению к активированным углям в 2-3 раза и продолжительность эксплуатации без замены – 3-7 лет (при ежегодной регенерации).

Неправильная форма угольных частиц сорбента с большим коэффициентом неоднородности обеспечивает снижение мутности воды и большую грязеемкость загрузки фильтров – до промывки – 3-5% от веса сорбента.

Стоимость сорбционного фильтра ФСБ-1: 200000 руб./шт.

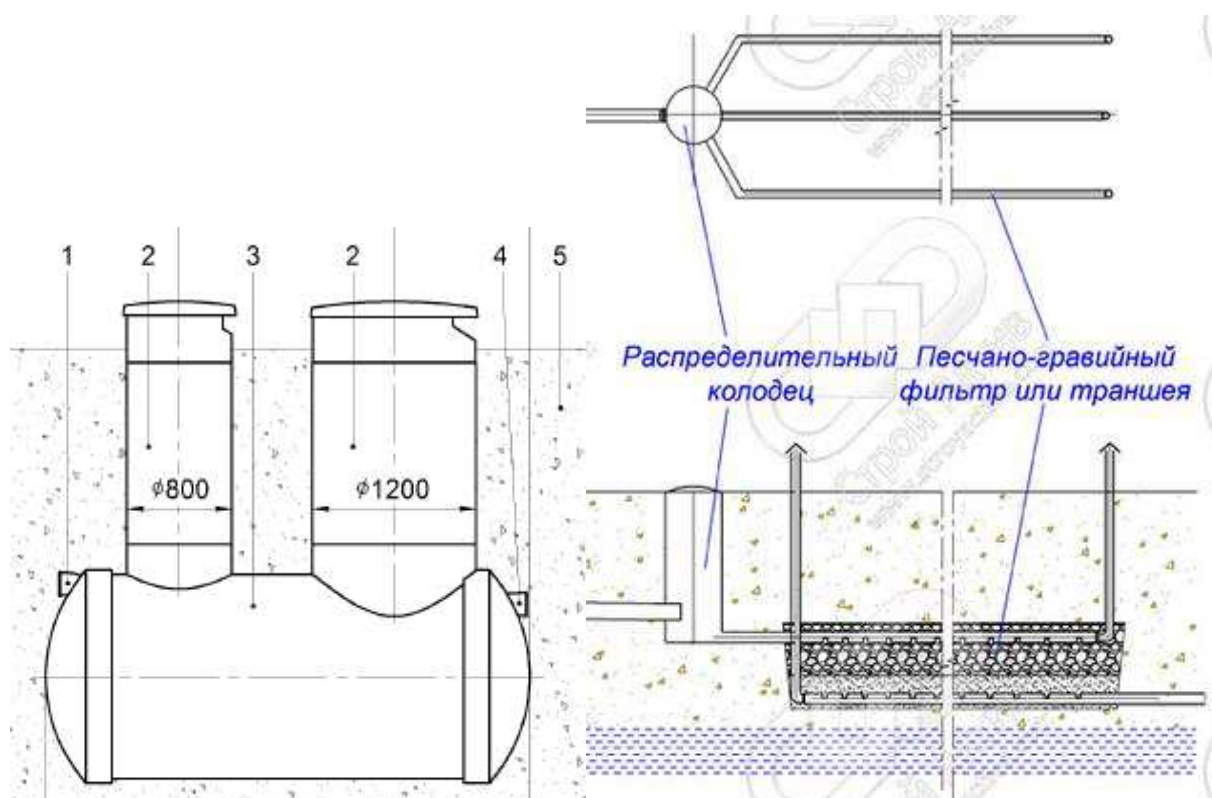
Показатели очистки моноблочных очистных сооружениях с доочисткой на сорбционном фильтре представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели очистки поверхностного стока на моноблочных очистных сооружениях, с доочисткой на сорбционном фильтре

Показатели	Значение показателя, мг/л		Во сколько раз уменьшились значения показателей
	на входе в установку	на выходе из установки	
Взвешенные вещества	700	3	233,3
Нефтепродукты	70	0,05	1400
БПК _{полн}	30	3	10
Специфические компоненты	попадание хозяйственно-бытовых стоков не допускается		-

1.7.2 Моноблочная система очистки ливневого стока с доочисткой на поле фильтрации

Проектом предусмотрена следующая схема водоотведения и очистки ливневых и талых сточных вод с поверхности территории АЗС, загрязненной нефтепродуктами. Все дождевые и талые стоки с кровель зданий, площадей внутриплощадочных автопроездов и автостоянки, тротуаров, отмосток и пешеходных дорожек отводятся подземной сетью ливневой канализации на моноблочную установку «Векса», а затем доочистка сточных вод происходит путем их фильтрации через почвенные горизонты – поля фильтрации. Упрощенно технологическая схема данного варианта приведена на рисунке 16.



1 – патрубок входной; 2 – колодец технический с пластиковым люком;
 3 – корпус установки «Векса»; 4 – патрубок выходной; 5 – песок уплотненный

Рисунок 16 – Технологическая схема очистки сточных вод с применением полей фильтрации

Принцип работы установки «Векса» приведен в первой схеме очистных сооружений. Установка «Векса» позволяет добиться следующих показателей на выходе установки: взвешенные вещества – 6 мг/л; нефтепродукты – 3 мг/л; БПК_{полн.} – 6 мг/л.

Поле фильтрации доочищает стоки по нефтепродуктам до 0,23 мг/л, что соответствует сбросу очищенной воды в водоёмы культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования.

1.8 Устройство полей фильтрации

Поля фильтрации – это земельные участки, которые предназначены для биологической очистки сточных вод путем их фильтрации через почвенные горизонты. В результате этого процесса вещества органического происхождения под воздействием микроорганизмов распадаются в биослое, который, в свою очередь, образуется в слое фильтрационной нагрузки.

Поля фильтрации представляют собой систему подземных канав и оросительных труб, которые монтируются в суглинистую почву. При устройстве песчано-гравийного фильтра на дно котлована, спланированного с уклоном 0,03 к центральной части, укладывается слой гравия, щебня или спекшегося шлака крупностью 15-30 мм высотой 100 мм, по которому прокладывают дренажную сеть, состоящую из центральной трубы-коллектора и отходящих от него водосборных труб, прокладываемых из асбестоцементных или пластмассовых труб диаметром 100 мм.

Дренажная сеть засыпается щебнем, гравием или шлаком крупностью фракций 15-30 мм на высоту 100 мм над верхом труб, затем слоем из тех же материалов крупностью 5-15 или 2-5 мм, высотой 100 мм и слоем материалов крупностью 2-5 мм, высотой 100 мм.

Фильтрующий слой отсыпается из крупнозернистого песка крупностью 1-2 мм, высотой 1 м при требуемой концентрации загрязнений по БПК_{полн} и взвешенным веществам в очищенной воде до 15 мг/л и высотой 1,5 м при требуемой концентрации указанных загрязнений до 10 мг/л.

На фильтрующий слой укладывают слой гравия, щебня и спекшийся шлак крупностью 15-30 мм. Оросительная сеть устраивается аналогично дренажной, обсыпается щебнем, гравием или шлаком крупностью фракции 15-30 мм на высоту 100 мм, затем её накрывают слоем рубероида или геотекстильным материалом и засыпают грунтом.

Трубы в фильтрационных полях прокладываются особым способом. В них предусмотрены специальные отверстия, которые распределены по особой

схеме. Данные щели предназначены для наиболее эффективной фильтрации и равномерного распределения стоков. Конструкция данного фильтра приведена на рисунке 17.

В полях фильтрации не допускается применение гибких трубопроводов, поскольку это может привести к нарушению норм природопользования. В конце коллектора оросительной сети и в начале коллектора дренажной сети устраиваются вентиляционные стояки диаметром 100 мм и высотой 700 мм над поверхностью земли.

Выбор места является одной из главнейших задач. Фильтрационное поле должно находиться как можно дальше от источника воды и плодово-ягодных растений. Поскольку вредные вещества, очистка от которых осуществляется в данном поле, все же могут попасть в грунт, и, соответственно, повлиять на качество воды и плодов.

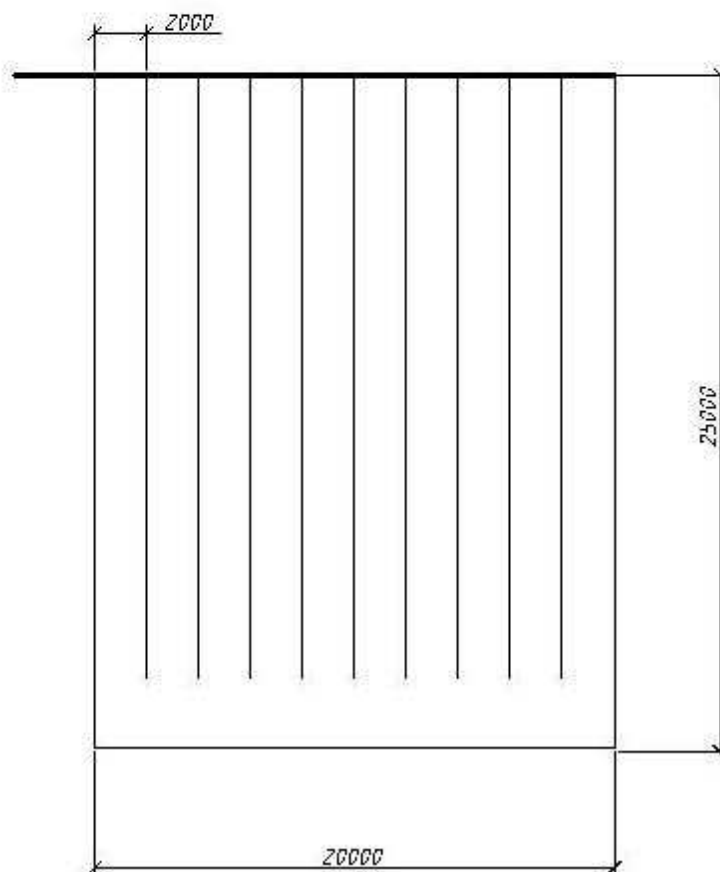
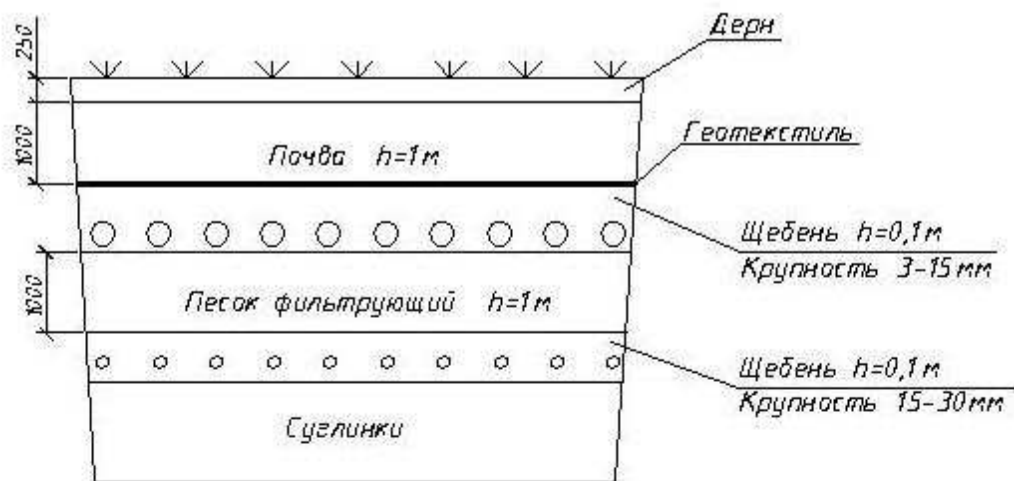
При расчете поля фильтрации необходимо выполнить условие, что песчаная прослойка должна находиться на той глубине, на которой в зимний период грунт уже не будет подвержен промерзанию.

Санитарно-защитная зона от песчано-гравийного фильтра до обслуживаемого здания принята 8 м.

Нагрузка на оросительные трубы песчано-гравийных фильтров и фильтрующих траншей, а также толщину слоя загрузки принята согласно данным таблицы 9.

Максимальный суточный расход $q_{\text{сут}} = 24,964 \text{ м}^3/\text{сут}$, т.е. 24964 л/сут.

Возможная нагрузка для одноступенчатого песчано-гравийного фильтра задана максимальной –100 л/м в сутки.



а) разрез поля фильтрации, б) размещение оросительных труб

Рисунок 17 Устройство полей фильтрации

Таблица 9 – Нагрузка на оросительные трубы

Сооружение	Высота слоя загрузки, м	Нагрузка на оросительные трубы, л/(м сут)
Одноступенчатый песчано-гравийный фильтр или вторая ступень двухступенчатого фильтра	1-1,5	80-100
Первая ступень двухступенчатого фильтра	1-1,5	150-200
Фильтрующая траншея	0,8-1	50-70

Конфигурация оросительных и дренажных систем однотипная. Длина оросительных и дренажных) труб составит $24964/100 = 249$ м. При длине одной дрены 25 м, потребуется десять таких дрен для выполнения оросительной (и дренажной) системы фильтра. На рисунке 176 приведен эскиз карты оросительной системы. Площадь карты составляет $25 \times 20 = 500$ м². Глубина котлована складывается из минимально – возможной глубины заложения 1 м и песчано-гравийного слоя 1 м и равна 2 м.

Ориентировочный объем котлована – 1000 м³. Вывезти в отвал потребуется 500 м³, столько же привезти песчано-гравийной смеси, произвести 500 м³ обратной засыпки почвы. Кроме того, необходимо учесть, что раз в 5-7 лет фильтрующую систему будет необходимо полностью откапывать для промывки или полной замены щебня, а также обновления фильтрующего песочного слоя и грунта. Для АЗС такая операция будет связана с полной остановкой деятельности в виду пожаро и взрывоопасности объекта.

Вывод: поля фильтрации являются дорогостоящими сооружениями, но их применение обосновано для земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота. Более экономичным и более современным очистным сооружением для доочистки сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, не требующим периодических затрат, удобным в обслуживании, является сорбционный фильтр, имеющий более высокое качество очистки (до 98%). Следовательно, принимается 1 вариант технологической схемы очистки.

2. Оценка воздействия на окружающую природную среду проектируемой системы водоотведения

2.1 Характеристика проектируемого объекта с точки зрения воздействия на окружающую природную среду

В выпускной работе разработана система ливневой канализации на территории АЗС с устройством моноблочных очистных сооружений.

Все дождевые и талые стоки с кровель зданий, площадей внутриплощадочных автопроездов и автостоянки, тротуаров, отмосток и пешеходных дорожек самотеком отводятся подземной сетью ливневой канализации на моноблочную установку «Векса», а затем доочистка сточных вод происходит в фильтре сорбционном безнапорном. После очистки предусмотрено использование вод на технические нужды: мойку резервуаров, дорожных покрытий, полив газонов. Сброс стоков в естественные водоемы не производится, что снижает отрицательное воздействие объекта на окружающую среду.

Общий расход поверхностных вод с территории АЗС, загрязненных нефтепродуктами, поступающих на очистку, определен расчетом и составил 1090,6 м³/год.

В процессе очистки сточных вод образуются жидкие отходы и твердые осадки выделенных загрязнений, газообразных отходов не образуется.

Размер санитарно-защитной зоны для очистных сооружений поверхностного стока закрытого типа до жилой застройки согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 составляет 50 м.

2.2 Расчет размера вреда от аварийного сброса поверхностного стока с территории АЗС в водный объект

Расчет размера вреда, причиненного водным объектам сбросом неочищенных сточных вод, проводится из условия, что аварийное состояние очистных сооружений АЗС длится двое суток (48 ч).

Расчетный часовой расход – $Q_{\text{час}} = 2,49 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Средняя фактическая концентрация загрязняющих веществ в сточных водах рассчитывается по формуле:

$$M_i = Q_{\text{час}} \cdot (C_{\text{ф}} - C_{\text{д}}) \cdot T / 1000000 \quad (20)$$

где $C_{\text{д}}$ – допустимая концентрация вредного (загрязняющего) вещества в соответствии с НДС равняется фоновой.

$C_{\text{ф}}$ – фактическая концентрация вредного вещества, мг/дм³.

Допустимая концентрация вредного (загрязняющего) вещества составляет:

- по взвешенным веществам – 10 мг/дм³;
- по БПК_{полн} – 3 мг/дм³;
- по нефтепродуктам – 0,05 мг/дм³;

За период сброса средняя фактическая концентрация загрязняющих веществ по взвешенным веществам составила:

$$M_{\text{взв}} = 2,49 \cdot (700 - 10) \cdot 48 / 1000000 = 0,083 \text{ т};$$

По нефтепродуктам:

$$M_{\text{нефть}} = 2,49 \cdot (70 - 0,05) \cdot 48 / 1000000 = 0,0083 \text{ т};$$

По БПК_{полн}:

$$M_{\text{БПК}} = 2,49 \cdot (30 - 3) \cdot 48/1000000 = 0,00323 \text{ т}$$

Размер вреда от загрязняющих веществ в составе сточных вод производится по формуле

$$Y_i = K_{\text{вг}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{ин}} \cdot H_i \cdot K_{\text{из}}, \text{ тыс. руб.} \quad (21)$$

где $K_{\text{в}} = 1,36$ (для бассейна реки Енисей);

$$K_{\text{вг}} = 1,25 \text{ (весна);}$$

$$K_{\text{ин}} = 1.$$

$K_{\text{из}}$ – выбирается из условия превышения ПДК фактической концентрации вредных веществ $C_{\text{ф}}$ в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10 – Критерий выбора $K_{\text{из}}$

Вредное вещество	$C_{\text{ф}}$ мг/дм ³	$C_{\text{д}}$ мг/дм ³	Превышение ПДК, раз	$K_{\text{из}}$
Взвешенные вещества	700	10	70	5
Нефтепродукты	70	0,05	1400	5
БПК _{полн}	30	3	10	1

Исчисления размера вреда от сброса i -того вещества составляет:

$$H_{\text{бпк}} = 170 \text{ тыс. руб.}; H_{\text{взв}} = 30 \text{ тыс. руб.}; H_{\text{нефть}} = 670 \text{ тыс. руб.}$$

Отсюда ущерб от вреда составляет:

$$Y_{\text{взв}} = 1,25 \cdot 1,36 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 0,083 \cdot 5 = 21,165 \text{ тыс. руб.};$$

$$Y_{\text{нефть}} = 1,25 \cdot 1,36 \cdot 1 \cdot 670 \cdot 0,0083 \cdot 5 = 47,269 \text{ тыс. руб.};$$

$$Y_{\text{бпк}} = 1,25 \cdot 1,36 \cdot 1 \cdot 170 \cdot 0,00323 \cdot 1 = 0,055 \text{ тыс. руб.}$$

Общий размер вреда, нанесенный водному объекту аварийным сбросом загрязненных сточных вод, составляет:

$$Y = Y_{\text{взв}} + Y_{\text{нефть}} + Y_{\text{бпк}} = 21,165 + 47,269 + 0,055 = 68,489 \text{ тыс. руб.}$$

Следовательно, необходимо обеспечивать своевременное регламентное обслуживание установок очистных сооружений, чтобы не допускать аварийных ситуаций и выплат штрафов органам исполнительной власти, осуществляющим государственный контроль и надзор за использованием и охраной водных объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы:

- определены расчетные объемы поверхностного стока на территории АЗС;
- выполнен гидравлический и... расчет водоотводящей сети поверхностного стока
- приняты тип и параметры труб, колодцев и комплектующих для прокладки водоотводящей сети поверхностного стока – колодцы и трубы пластмассовые с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» в соответствии с ТУ 2248-001-73011750-2005.
- определена производительность модульной установки «Векса»;
- рассчитан объем аккумулирующего резервуара для регулирования поверхностного стока фирмы FloTenk-EN ($V = 10 \text{ м}^3$);
- разработаны два варианта технологической схемы очищения стоков до норм, позволяющих осуществлять сброс в водные объекты рыбохозяйственного назначения.

Разработанная система водоотведения предполагает сбор поверхностного стока с кровель зданий, тротуаров, отмосток и пешеходных дорожек, а также территории внутриплощадочных автопроездов и автостоянки, загрязненной нефтепродуктами, отведение его в самотечном режиме подземной сетью трубопроводов и очистку в моноблочной установке.

По первому варианту технологической схемы предусмотрено подача поверхностного стока в моноблочную установку «Векса», а затем его доочистка в сорбционном безнапорном фильтре до требований, регламентируемых для сброса стока в водные объекты рыбохозяйственного назначения.

- На выходе из сорбционного фильтра обеспечивается глубина очистки:
- по взвешенным веществам – не более 3 мг/л;
- по нефтепродуктом – не более 0,05 мг/л;

- по БПК_{полн} – не более 3 мг/л.

После очистки предполагается использование вод на технические нужды: мойку резервуаров, дорожных покрытий, полив газонов. Сброс стоков в естественные водоемы не производится, что снижает отрицательное воздействие объекта на окружающую среду, что соответствует нормам для сброса в воды.

Во втором варианте после основного этапа очистки на установки «Векса» рассматривалась доочистка поверхностного стока на поле фильтрации. Расчётные остаточные концентрации после этого варианта доочистки:

- по взвешенным веществам – не более 15 мг/л;
- по нефтепродуктам – не более 0,23 мг/л;
- по БПК_{полн} – не более 15 мг/л.

Сравнение степени очистки определил выбор первой технологической схемы очистных сооружений.

В процессе очистки сточных вод образуются жидкие отходы и твердые осадки выделенных загрязнений. Общий размер вреда, наносимый водному объекту в случае аварийного сброса загрязненных сточных вод, составляет: 68,489 тыс. руб. Однако сброс загрязненных сточных вод на рельеф и в водоем не производится благодаря применению схемы доочистки.

Следовательно, необходимо обеспечивать своевременное регламентное обслуживание установок очистных сооружений, чтобы не допускать аварийных ситуаций и выплат штрафов органам исполнительной власти, осуществляющим государственный контроль и надзор за использованием и охраной водных объектов.

В соответствии с заданием на выпускную квалификационную работу поставленные задачи решены в полном объеме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85», утверждён приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/11.
2. СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения СНиП 2.04.03-85», утверждён Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации №860/пр от 25 декабря 2018 г. и введен в действие с 26 июня 2019 г.
3. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. Москва, Федеральное агентство Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (РОССТРОЙ), ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2015. – 146 с.
4. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод, утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г.Онищенко 22 июня 2000 г.
5. Постановление правительства РФ Об утверждении Правил охраны поверхностных водных объектов № 79 от 5.02.2016 г.
6. Федеральный закон № 74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации» (с изменениями на 27 декабря 2018 года).
7. Федеральный закон РФ № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г.
8. Федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г.
9. Федеральный закон № 416-ФЗ РФ «О водоснабжении и водоотведении» от 17.12.2011 г.
10. Постановление правительства РФ Об утверждении Правил охраны поверхностных водных объектов № 79 от 5.02.2016 г.

11. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и докеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Справочник. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. 2014.

12. ГОСТ 21.704-2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации (с Изменением № 1).

13. http://zapsib.org/tehpodderjka/katalogi/1/to_corsis.pdf

14. <https://kvanta.ru/ochistka-vody/metody-ochistki-dozhdevyh-stochnouh-vod>

15. <http://xn--80aaaagpcr5ahuxv.xn--p1ai/index.php/nashi-izdeliya>

16. <http://www.aqua-modul.ru/>

17. <https://kvanta.ru/ochistka-vody/metody-ochistki-dozhdevyh-stochnouh-vod>

18. <https://www.kns-rezervuary.ru/proizvoditeli/130-veksa>

19. <https://www.veksa.ru/#protok>

20. <http://www.aquaserviss.ru/liven/ngp>

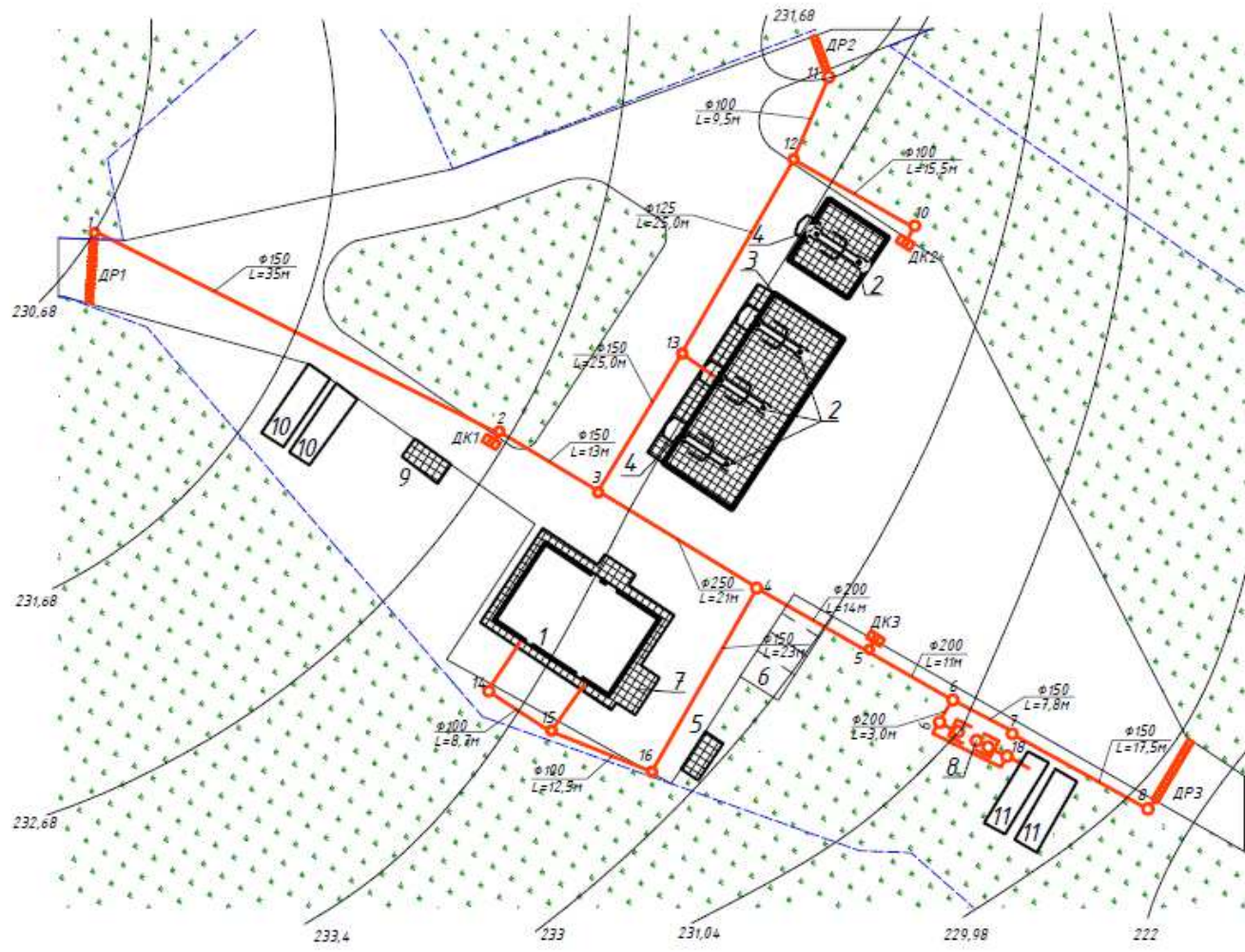
21. <https://www.vo-da.ru/>

22. <http://th-util.chat.ru/>

23. <http://tvk.nsib.su/>

24. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 87 от 13 апреля 2009 года «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (с изменениями на 26 августа 2015 года)».

Генплан площадки АЗС с водоотводящей сетью К2, М 1:500



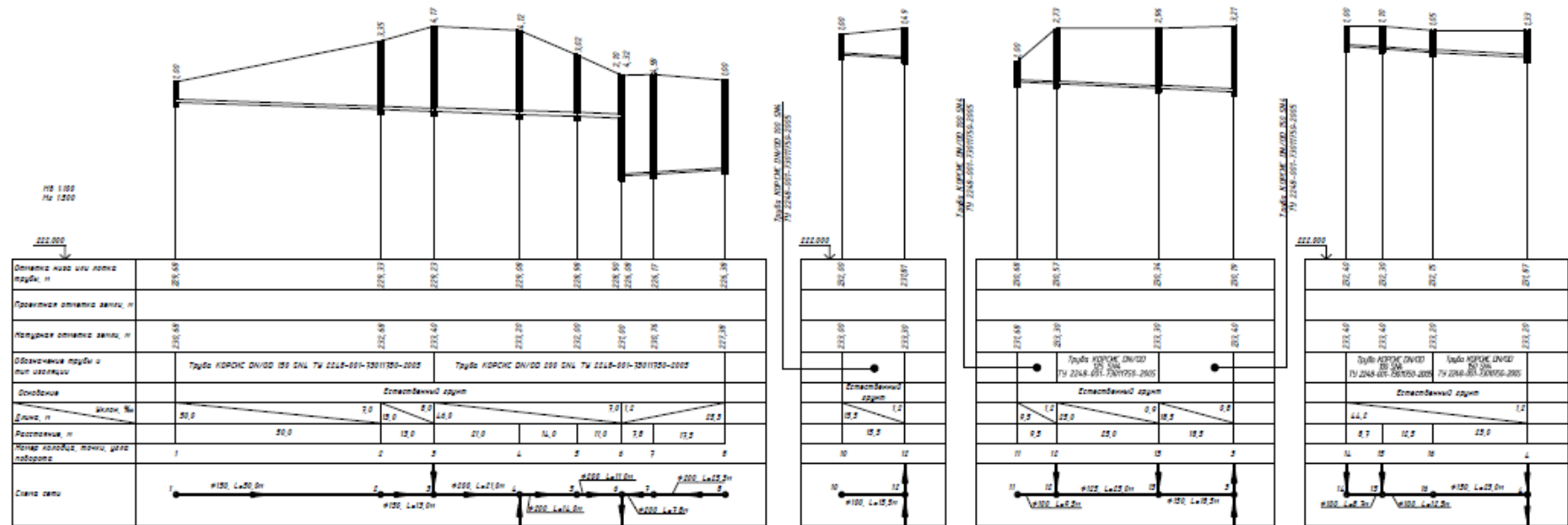
- Граница участка
- Проектируемая ливневая канализация
- Смотровой колодец
- Водоотводный лоток с решеткой
- Дождеприемный колодец на сети

Экспликация зданий и сооружений

№	Наименование	Примечание
1	Место автостоянки с парковочными местами (14/10м.кв.)	
2	Топливнозаправочные колонки	
3	Защитный козырек	
4	Подземные топливные резервуары	
5	Площадка для ТЭО	
6	Площадка для временной парковки обслуживающего персонала	
7	Площадка для поддона шин	
8	Отдельное сооружение ливневой стока	
9	Площадка под бассейн-демпфер	
10	Противопожарные резервуары	
11	Резервуары-накопители очищенных стоков (14/8 м.кв.)	2 шт.

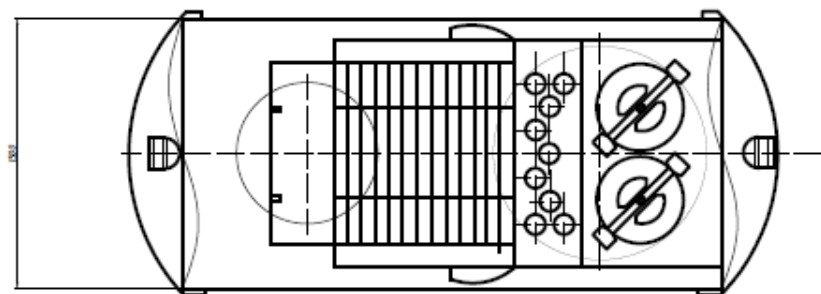
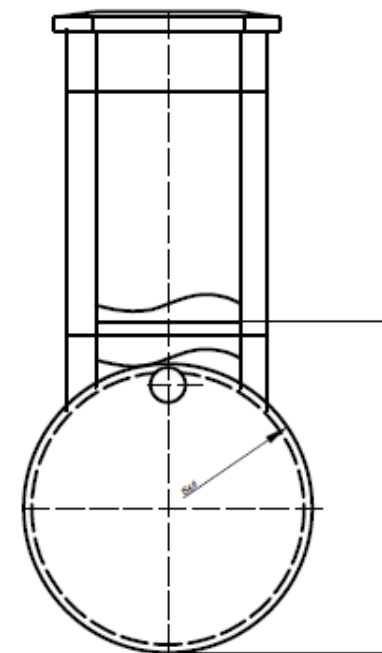
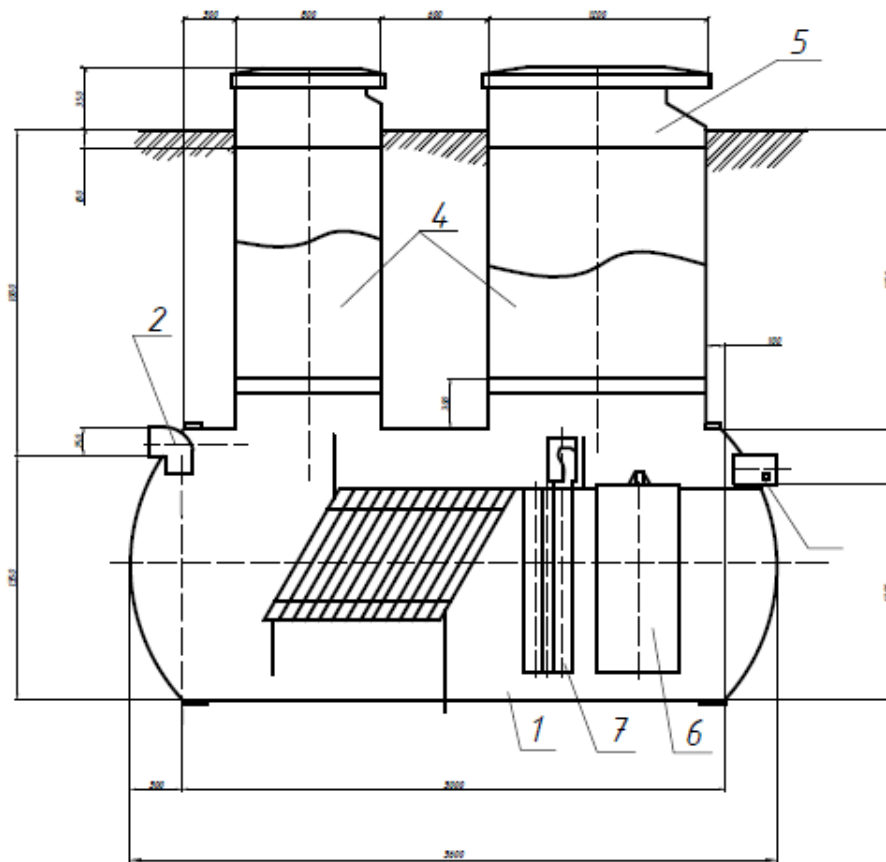
БР 08.03.01.06 - 2019					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
№	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Подпись
Исполн.	Иванов	И.И.	Провер.	Петров	П.П.
Дата	2019 г. 08.03.01.06				Листы
	Система водоотведения				5 / 5
Генплан площадки АЗС с водоотводящей сетью К2, М 1:500				Кладовка ИСЗС	

Продольный профиль трубопровода водоотводящей сети К2



ЕР 08.03.01.06 - 2019									
Сибирский Федеральный Институт Инженерно-строительный институт									
№	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Дата	Время	Место	Адрес	Адрес
Лист	№	№	№	№	№	№	№	№	№
Система	Водоотведение	подземного	стационарного	АС	№	1	5		
Продольный профиль Водоотводящей сети К2								Лист № КС2С	

Установка очистки ливневых и производственных сточных вод «Векса-5»



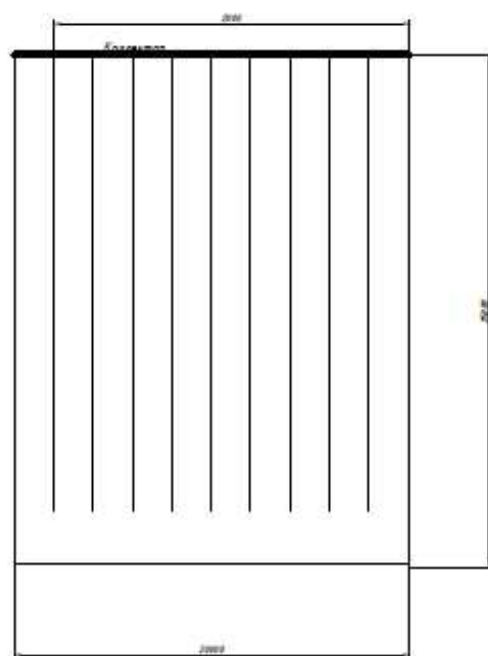
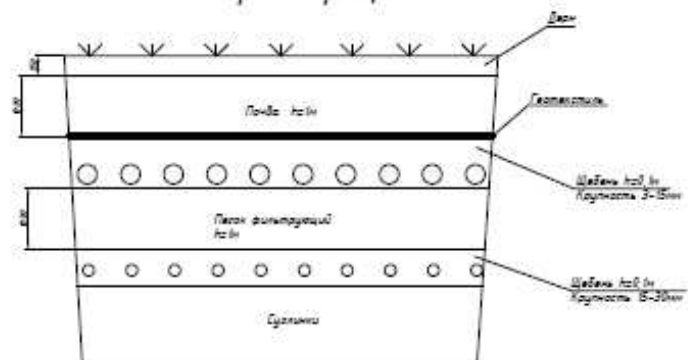
Спецификация оборудования

№	Наименование	Примечание
1	Корпус	
2	Выходной патрубок	
3	Выходной патрубок	
4	Смотровой колодезь	
5	Щит	
6	Щит с плавучей крышкой	
7	Кольцевой фильтр	

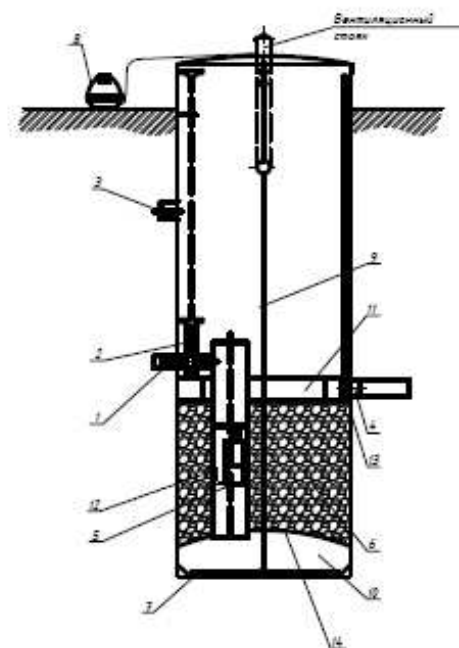
БР 08.03.0106 - 2019									
Система водоснабжения Ижевского-строительного института									
№ п/п	№	№	№	№	№	№	№	№	№
Система водоснабжения подземного этажа АЭС							И	Б	Б
Установка очистки ливневых и производственных сточных вод «Векса-5»							Корпус ИСЭС		

Сооружения доочистки

Поле фильтрации



Сорбционный фильтр



Спецификация оборудования

№	Наименование	Примечание
1	Подъемный механизм	
2	Подъемный механизм	
3	Подъемный механизм	
4	Подъемный механизм	
5	Распределительный коллекторный механизм	
6	Коллектор	
7	Распределительный коллектор	
8	Коллектор	
9	Вентилятор	
10	Коллекторный механизм	
11	Устройство сбора воды	
12	Коллекторный механизм	
13	Вентиляторный механизм	
14	Вентиляторный механизм	
15	Вентиляторный механизм	

BP 08.03.01.06 - 2019									
Гидротехнический институт									
Научно-исследовательский институт									
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
Система автоматизации									
Информационная система А.И.									
Спецификация оборудования									
Код документа ИС.И.									

Схема моноблочной системы очистки ливневого стока с доочисткой на сорбционном фильтре

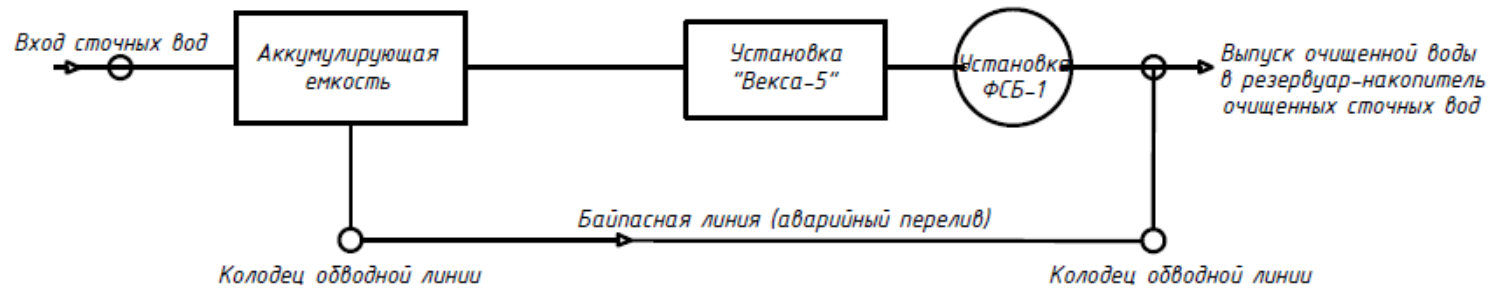
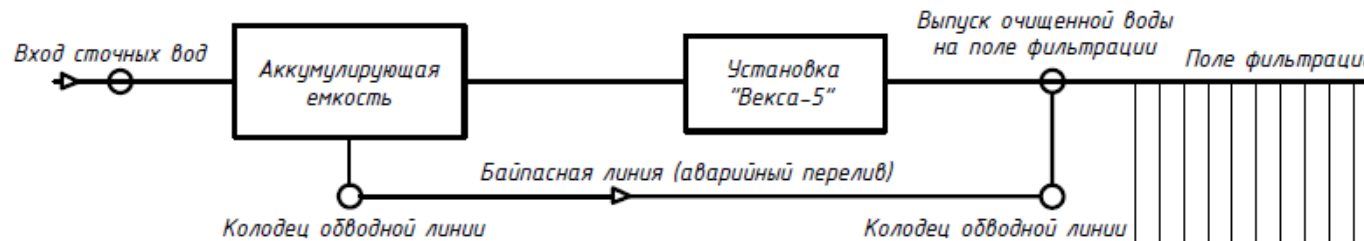


Схема моноблочной системы очистки ливневого стока с доочисткой на полях фильтрации



Экспликация сооружений

№	Наименование / вариант схемы очистки	Примечание
1	Аккумулярующая емкость V=10 м ³	
2	Байпасная линия	
3	Оборудование для очистки ливневых стоков Векса-5	
4	Фильтр сорбционный биологический "ФСБ-1"	
	/ вариант схемы очистки	
5	Аккумулярующая емкость V=10 м ³	
6	Байпасная линия	
7	Оборудование для очистки ливневых стоков Векса-5	
8	Поле фильтрации	

ЕР 08.03.01.06 - 2019									
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт									
№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п
Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого
Система доочистки ливневого стока АЭС						№	З	Б	
Варианты схем очистки ливневого стока						Итого ИСЭС			

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия


« 5 » июля 2019 г.

БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

Система водоотведения поверхностного стока АЗС

08.03.01 «Строительство»

Руководитель

 4.07.19

подпись, дата


доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник

 4.07.19

подпись, дата

С.В. Марейчев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 4.07.19

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Красноярск 2019