Қазақстан Республикасы
Ұлттық экономика министрлігі
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық
шаруашылық істері
және жер ресурстарын басқару комитеті

Министерство национальной экономики
Республика Казахстан
Комитет по делам строительства,
жилищно-коммунального хозяйства
и управления земельными ресурсами

«Қазақ Суарнажоба» акционерлік қоғамы

АО «Казахский Водоканалпроект»

Канализационные очистные сооружения в естественных условиях для ~~IB, IIB, IIIA, IIIB, IVA~~, IVГ климатических подрайонов с обычными геологическими условиями

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

ТПР РК ~~100~~ 188.6 БИОПРУД (~~IB, IIB, IIIA, IIIB, IVA~~, IVГ)-2015

Альбом 1

2015 год

ЛИСТ 5

Қазақстан Республикасы
Ұлттық экономика министрлігі
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық
шаруашылық істері
және жер ресурстарын басқару комитеті

Министерство национальной экономики
Республика Казахстан
Комитет по делам строительства,
жилищно-коммунального хозяйства
и управления земельными ресурсами

«Қазақ Суарнажоба» акционерлік қоғамы

АО «Казахский Водоканалпроект»

Канализационные очистные сооружения в естественных условиях для ~~IB, IIB, IIIA, IIIB, IVA~~, IVГ климатических подрайонов с обычными геологическими условиями

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

ТПР РК ~~100~~ 188.6 БИОПРУД (~~IB, IIB, IIIA, IIIB, IVA~~, IVГ)-2015

Альбом 1

Пояснительная записка (ПЗ)

АО "Казахский Водоканалпроект"

Вице-президент по производственным вопросам — Балкенов Б.К.

Главный инженер проекта — Смабеков М.Ж.

Утвержден Комитетом по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан, приказ от «……» …….. 20…..г. №…….
Введен в действие с «……» …….. 20……г

2015 год

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	3
2.	Назначение и условия применения	4
3.	Генеральный план	5
4.	Технологические решения	7
5.	Гидротехнические решения	14
6.	Расчётное определение гидравлических и конструктивных параметров биологических прудов (летний период года)	19
7.	Расчётное определение гидравлических и конструктивных параметров биологических прудов (зимний период года)	49
8.	Технология очистки сточных вод биопруда	55
9.	Архитектурно-строительные решения	59
10.	Организация труда и управление предприятием	62
11.	Основные положения по организации строительства	64
12.	Мероприятия по охране окружающей среды	73
13.	Указания по привязке проекта	77
	Использованная литература	79

1 ВВЕДЕНИЕ

Типовые проектные решения «Канализационные очистные сооружения в естественных условиях» разработаны на основании технического задания на разработку типовых проектных решений, утвержденного Комитетом по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Канализационные очистные сооружения в естественных условиях по настоящему проекту предназначены для очистки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод.

2. Сооружения предназначены для строительства ~~в~~ ~~IВ~~, ~~IIВ~~, ~~IIIА~~, ~~IIIВ~~, ~~IVА~~, IVГ климатических подрайонах со среднемесячной температурой воздуха от -24,9°С (зима) до +26,8°С (лето) (СНиП РК 2.04-01-2017, Таблица В.1 Климатические районы и подрайоны).

Таблица В.1

Климатические районы	Климатические подрайоны	Среднемесячная температура воздуха в январе, °С	Средняя скорость ветра за три зимних месяца. м/с	Среднемесячная температура воздуха в июле, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле, %
~~I~~	~~IВ~~	~~От -14 до -28~~	~~-~~	~~От +12 до +21~~	~~-~~
~~II~~	~~IIВ~~	~~От -4 до -14~~	~~-~~	~~От +12 до +21~~	~~-~~
~~III~~	~~IIIА~~	~~От -14 до- 20~~	~~-~~	~~От +21до +25~~	~~-~~
	~~IIIБ~~	~~От -5 до 2~~	~~-~~	~~От +21до +25~~	~~-~~
	~~IIIВ~~	~~От -5 до -14~~	~~-~~	~~От +21 до +25~~	~~-~~
~~IV~~	~~IVА~~	~~От -10 до +2~~	~~-~~	~~От +28 и выше~~	~~-~~
	IVГ	От -15 до 0		От +25 до +28	-

3. Проект предназначен для строительства на нефильтрующих или слабофильтрующих грунтах.

4. Проектом предусмотрены особенности строительства в районах с обычной сейсмической активностью.

5. Планы биопрудов, поперечные и продольные профили должны быть скорректированы по местным условиям.

6. Санитарно-защитные зоны (разрывы) вокруг биопрудов должны приниматься (в соответствии с табл. 4.1 СН РК 4.01-03-2011) не менее 200 м.

3 ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

Данный биологический пруд используется в качестве самостоятельного сооружения для очистки неотстоенных хозяйственно-бытовых сточных вод от небольших сельскохозяйственных посёлков с номинальным расчётным расходом 188.6 ~~100~~ м^3/сут.

Возведение сооружения рассчитано в ~~IB, IIB, IIIA, IIIB, IVA~~, IVГ климатических подрайонах со среднемесячной температурой воздуха от −24,9 ~~−28~~°С (зима) до +28°С (лето) (СП РК 2.04-01-2017, Рис А.1 ~~СНиП 2.04-01-2010, Таблица В.1~~ Климатические районы и подрайоны) с обычными геологическими условиями.

Уровень ответственности объекта – II.

Для строительства следует выбирать площадки с нефильтрующими или слабофильтрующими грунтами.

При строительстве на сильнофильтрующих грунтах должна предусматрива~~ться~~ется укладка противофильтрующего экрана в соответствии с "Методическими рекомендациями по проектированию биологических прудов" ЦНИИЭП инженерного оборудования Госгражданстроя.

Проектом не предусмотрены особенности строительства в условиях селей, оползней, осыпей, карстовых явлений и т.п.

Пруды следует располагать на местности с учетом ее рельефа таким образом, чтобы обеспечить баланс земляных масс на выемку и насыпь по объекту в целом. При этом допускается увеличивать перепады между отметками воды в смежных ступенях, а также выполнять часть карт полностью в выемке (без насыпных дамб). При формировании насыпных дамб производится укладка грунта небольшими слоями (толщиной до 0,2 м) с послойным тщательным его уплотнением.

Поскольку в пруды поступает неочищенная вода, при их применении следует учитывать влияние сооружения на подстилающие грунты (степень их заводнения, сопряжение с водоносными горизонтами, используемыми для хозяйственных целей и т.д.), в проекте предусмотрен противофильтрационный экран.

Грунт для возведения разделительных дамб и дамб обвалования в основном забирается при строительстве карт биопруда. Выбор местоположения и

расположения карт в плане позволит эксплуатировать их, при необходимости, независимо друг от друга.

Размеры биопрудов см. Альбом 2, раздел ГП, лист 1.3 (Общие данные. Характеристика биопрудов).

Вокруг проектируемого сооружения предусматривается высадка деревьев ~~хвойных~~ лиственных пород и устройство ограждения.

На территорию биопруда предусматривается заезд для автомобилей, для чего в ограждении выполняются ворота с калиткой.

Проезд вокруг сооружения принят 4,5 м с обочиной 1,75 м для дорог V категории ~~(таблица 5.1.1 СНиП РК 3.03-09-2006*~~ СП РК 3.03–101–2013 «Автомобильные дороги»). Ширина гребня дамбы пруда – 2,5 м.

При устройстве внутриплощадочного проезда применяется местный грунт (не просадочный, не набухающий, не сыпучий) плотностью 1,8 т/м^3, который уплотняется механизмами до требуемого коэффициента уплотнения ~~по Таблице 3.14 Приложение 3 СНиП РК 3.03-09-2006*~~. Согласно ~~Таблице 5.1~~ СН РК 3.03-19-~~2006~~ 2013 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа» принимаем конструкцию проезда:

- щебеночные материалы – 15,00 см;
- ~~песок~~ ПГС – 10,00 см.

После окончания строительства выполняется планировка прилегающей территории, ~~ее благоустройство и посев многолетних трав на откосах. В гребнях дамб возможна укладка слоя щебня толщиной 5 см или посев многолетних трав.~~

Санитарно-защитные зоны (разрывы) вокруг биопрудов должны приниматься (в соответствии с табл. 4.1 СН РК 4.01-03-2011) не менее 200 м.

Планы биопрудов, поперечные и продольные профили должны быть скорректированы по местным условиям.

Площадь участка ориентировочно ~~– 3,60 – 4,40~~ 5.75 Га.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

4.1 Общая часть

Изложенные в данном проекте типовые проектные решения касаются аэробных биологических прудов с естественной аэрацией жидкости, применяемых в системах хозяйственно-бытовой канализации. Биологические пруды представляют собой инженерные сооружения, в которых естественные процессы самоочищения осуществляются бактериями, микроводорослями, зоопланктоном и культивируемыми искусственно представителями высшей водной растительности. Перечисленные факторы обеспечивают эффект очистки сточных вод в биопрудах, достаточный для безоговорочного соблюдения нормативных условий при сбросе очищенных сточных вод в водоёмы.

При этом биопруды как земляные инженерные сооружения, сооружаемые, преимущественно из местных материалов, отличаются низким уровнем затрат на их возведение и требуют минимальных затрат на их обслуживание.

В состав данного проекта входит разработка принципиальных проектных решений и технической документации на карты биопрудов с дамбами обвалования и минимальной протяжённости внутриплощадочных трубопроводов – для напуска, перепуска между картами и выпуска очищенной сточной жидкости. Документация на подводящие и отводящие трубопроводы разрабатывается на стадии привязки данного проекта на конкретной строительной площадке.

Кроме того, перед подачей на биологический пруд сточные воды проходят предварительную грубую очистку на механической стационарной решётке с прозорами 16 мм. Решётка установлена в колодце на подводящем коллекторе.

Проектом предусмотрено предварительное отстаивание поступающих стоков, в связи с чем карты первой ступени выполняют роль отстойных карт. С учётом этого фактора данное сооружение состоит из пяти последовательных ступеней, что является максимальным значением из рекомендованного их количества п. 9.3.15.8 [1]. При этом вместо требуемых в соответствии с п. 9.3.15.5 [1] тридцати минут отстаивания стоки пребывают в картах первой ступени от 2,24 до 6,8 суток, чего вполне достаточно для выполнения самых жёстких нормативов.

Поскольку глубина карт всех ступеней принята равной, то в случае технологической необходимости уровень воды в картах первой ступени может быть повышен с учётом выполнения требований п.9.3.15.17 [1].

4.2 Исходные данные для разработки проектов

При определении расчётных характеристик проектируемого объекта использованы следующие исходные данные:

а) наименование объекта – биологический пруд заданного типоразмера;

б) классификация проектируемого объекта – самостоятельное очистное сооружение для биологической очистки неотстоенных сточных вод;

в) производительность биопруда (расходом ~~100~~ 188.6 м^3/сут) обусловлена требованием технического задания;

г) вид принимаемых сточных вод – хозяйственно-бытовые стоки;

д) аэрация стоков в картах биопруда – естественная;

е) сезонность эксплуатации биопруда – круглогодичная;

ж) расчётные концентрации загрязняющих веществ сточных вод, поступающих на очистку:

Показатель	Концентрация, г/м^3
Взвешенные вещества	173,3
БПК$_{полн}$ неосветлённой жидкости	200
БПК$_5$ неосветленной жидкости	160
Азот аммонийных солей N	21,3
Фосфаты P_2O_5	8,8
В том числе, от моющих веществ	4,27
Хлориды Cl	24
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	6,67

з) сброс очищенных сточных вод – после обеззараживания ~~в водоёмы~~ на полив лесонасаждений.

Качество очистки сточных вод после биопруда:

Показатель	Концентрация, г/м^3
Взвешенные вещества	5,0
БПК$_{полн}$ неосветлённой жидкости	6,0
БПК$_5$ неосветленной жидкости	-
Азот аммонийных солей N	2,0
Фосфаты P_2O_5	3,5
Хлориды Cl	24
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	0,5

и) привязка участка строительства – климатические подрайоны ~~IВ, IIВ, IIIА, IIIВ, IVА~~, IVГ (по ~~СНиП РК 2.04-01-2010~~ СП РК 2.04–01–2017 „Строительная климатология“);

к) геологические условия строительства – обычные;

л) грунты для возведения дамб обвалования суглинок легкий песчанистый сильнопросадочный II Тип со следующими нормативными характеристиками:

- угол внутреннего трения f_n = 21°
- модуль деформации E = 5,1 МПа (51 кгс/м²);
- коэффициент пористости у = ~~0,75~~ 0,938;
- плотность р = ~~1,8~~ 15,2 кН/м3;
- коэффициент надежности по грунту в расчетах оснований по деформации - y_λ = 0,85;
- рельеф местности – спокойный, грунтовые воды отсутствуют

4.3 Компоновочная схема биопрудов

Разрабатываемые биологические пруды предполагается использовать в качестве самостоятельных сооружений для очистки неотстоенных хозяйственно-бытовых сточных вод от небольших сельскохозяйственных посёлков с соответствующим расчётным расходом стоков. Аэрация стоков в картах биопрудов – естественная, сезонность эксплуатации – круглогодичная.

Как отмечалось ранее, перед подачей на биологический пруд сточные воды проходят предварительную грубую очистку на механической стационарной решётке с прозорами 16 мм. Так как в соответствии с п. 9.3.15.3 СН РК 4.01-03-2011 предварительную очистку сточных вод в отстойниках следует предусматривать лишь при их $БПК_{полн}$ свыше 500 мг/л, то карты первой ступени выполняют роль отстойных карт с возможностью периодического их осушения и удаления накопившегося осадка. Для периодического удаления накопившегося осадка из выбранной отстойной карты одна из двух параллельных секций биопруда выключается из работы и обезвоживается. Поверхность осадка подсушивается на открытом воздухе (работы проводятся в тёплую сухую погоду). Далее осадок сгребается ножом бульдозера, грузится в кузов транспортного средства и вывозится в места, отведённые для его утилизации.

Кроме того, конструкция переливов с регулируемой высотой заборной стенки позволяет службе эксплуатации устанавливать наиболее оптимальную по технологическим соображениям глубину слоя воды в первой карте.

Проектом предлагаются решения по устройству серийных биопрудов каскадного типа, состоящих из последовательно работающих одиночных проточных биологических очистителей стоков. Количество ступеней (карт) для прудов принято равным пяти, что отвечает требованиям п. 9.3.15.8 [1].

Отношение длины к ширине каждой карты регламентируется требованием п. 9.3.15.9 [1] – не менее 20. Проектом оно учтено, для чего в нём созданы конструктивные предпосылки, обеспечивающие движение воды по всему живому сечению карт пруда. В частности, геометрические размеры биопруда в плане приняты с учётом гидравлического режима движения жидкости по картам, близкого к условиям полного вытеснения стоков в каждой ступени. Кроме того, внутренние углы карт имеют плавные скругления радиусом 5 м, что предотвращает образование в них застойных зон.

Глубина стоков в картах всех ступеней принята одинаковой. При этом расчётные уровни воды дифференцированы как по сезонности очистки (лето-зима), так и по температурным условиям климатических подрайонов. В зимний период, кроме того, расчётный уровень воды в картах повышается на 0,5 м на случай ледостава, что сохраняет достаточный объём воды под ледовым покровом

для обеспечения нормальной жизнедеятельности находящихся в ней гидробионтов.

Габаритные размеры сооружения, м

Размеры карт по дну	~~5 х (120-150)~~ 8х177
То же, по внутренней кромке дамб обвалования	~~11 х (124-154)~~14х183
Радиус закруглений внутренних углов карт	R5
Габаритные размеры в плане	~~76 х (260-320)~~103.5х384.5
Ширина дамб обвалования поверху	2,5
Ширина проезда	4,5

4.4 Конструктивная схема биопрудов

Сточные воды подаются на биопруды автотранспортом ~~расположенным ниже глубины промерзания грунта самотечным канализационным коллектором~~ обслуживаемого жилого поселка.

Карты биопруда заселяются образцами высшей водной растительности (ВВР) для более эффективной очистки стоков. При этом для глубокой очистки стоков от биогенных элементов (азота и фосфора) образцами ВВР заселяются акватории последних карт биопруда. По согласованию с уполномоченными органами санитарно-эпидемиологического надзора возможно применение ВВР во всех картах биопруда, за исключением первых, дно которых периодически подвергается механическому воздействию при их очистке от накопившегося осадка, что может привести к повреждению корневой системы ВВР.

При привязке на реальной строительной площадке биологический пруд следует устраивать на нефильтрующих или слабофильтрующих грунтах. При неудовлетворительных характеристиках фильтрационных свойств местной почвы предусматривают противофильтрационные экраны из полимерной плёнки и обязательно учитывают высоту стояния грунтовых вод. ~~Наружные откосы дамб засеивают медленно растущей многолетней травой с низким травостоем, способной предотвратить водную и ветровую эрозию грунта.~~

На наружные откосы дамб укладывается геотекстиль иглопробивной ГТ KGS200 и засыпается растительным грунтом t=0.1м для предотвращения водной и ветровой эрозии грунта.

Биологические пруды должны располагаться с подветренной (по отношению к жилой застройке) стороны господствующих в теплое время года ветров.

Данная конструкция биопруда разработана для наиболее часто встречающейся крутизны откосов разделительных и ограждающих дамб (1:2), которая применяется при использовании сухих грунтов (песчаных и супесчаных), а также мокрых – глинистых и суглинистых. В целом очистное сооружение предназначено для строительства преимущественно на суглинках, в обычных геологических условиях и эксплуатации в условиях климатических подрайонов ~~1В, IIВ, IIIА, IIIВ, IVА~~, IVГ.

В проектируемых сооружениях водное зеркало пруда надёжно защищено от ветрового воздействия, поскольку превышение верха дамб над расчётными уровнями воды в картах составляет более 1 м, а сами дамбы имеют довольно пологие откосы (1:2); к тому же, при строительной длине ~~120-150~~ 177 м (для БП-100) карты биопрудов довольно узкие: их ширина по дну равна всего ~~5~~ 8 м. Данные условия практически исключают водную эрозию внутренних откосов дамб, поэтому их усиление щебёночно-каменной отмосткой или бетонными плитами не предусмотрена. В то же время, береговая кромка карт засаживается образцами ВВР, корневая система которых надёжно и эффективно укрепляет земляные откосы дамб(при эксплуатации).

Для перепуска стоков из карты в карту и для окончательного выпуска очищенных сточных вод из карт последней ступени применяются двухкамерные переливы (перепуски) шахтного типа с заборной стенкой, регулируемая высота которой и определяет уровень сточных вод в картах.

Кроме того, при нулевой отметке высоты заборной стенки это устройство выполняет ещё и роль аварийного выпуска в случае необходимости экстренного осушения карт для профилактического осмотра или ремонта сооружения. С этой целью карты биопруда разделены на две параллельные секции, каждая из которых может эксплуатироваться автономно, без ущерба для работы смежной части сооружения.

4.5 Расчет эффективности процессов очистки с помощью высших водных растений

Для повышения глубины очистки сточных вод по БПК, ХПК и снижения содержания в ней биогенных элементов и с учетом эффекта очистки и доочистки от металлов и минерализации применяем в биопруде посадку высшей водной растительности - камыша, рогоза, тростника (п.9.3.15.19 [1]). Высшая водная растительность будет размещена при эксплуатации в соответствии с расчетом эффективности очистки в картах биопруда.

4.5.1 Расчет эффективности процессов очистки для производительности ~~100~~ 188.6 м^3/сут при условии концентрации в сточной воде БПК на входе 200 г/м^3 и требовании на сбросе 6 мг/л (97 %)

Для расчета эффективности очистки на участках с зарослями растений используем понятие требуемого времени контакта (Тк) очищаемой воды с биоценозом биопруда, которое обеспечивает требуемое снижение загрязнения

$$\text{Тк} = \frac{1}{k} \cdot \ln\left(\frac{1}{1-0.01E}\right); \qquad (1)$$

где значения k приведены в Таблице 1

Таблица 1. Величины коэффициентов скорости реакций очистки сточной воды

Вещество (показатель)	***к*, 1/сут**
$БПК_5$	0,43

По формуле (1) определяем Тк, который равняется:

$$\text{Тк} = \frac{1}{0.43} \cdot \ln\left(\frac{1}{1-0.01x97}\right) = 8{,}15 \text{ суток}; \qquad (2)$$

где k – коэффициент скорости реакции очистки загрязненной воды в зимний период по основным показателям, приведенный в табл. 1 [Kadlec].

Сравниваем расчетное время пребывания сточной воды в биопруде (t_{lag} = 34 сут.) с полученным временем Тк = 8,15 суток. Принятое решение о посадке ВВР в последних картах удовлетворяется.

5 ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Биологические пруды представляют собой земляные инженерные сооружения, сооружаемые, преимущественно из местных материалов, отличаются низким уровнем затрат на их возведение и требуют минимальных затрат на их обслуживание.

Возведение сооружения рассчитано в ~~IB, IIB, IIIA, IIIB, IVA~~, IVГ климатических подрайонах со среднемесячной температурой воздуха от ~~-28~~ –24,9°С (зима) до +28°С (лето) (~~СНиП 2.04-01-2010, Таблица В.1~~ СП РК 2.04–01–2017, Рис. А Климатические районы и подрайоны) с обычными геологическими условиями.

Пруды следует располагать на местности с учетом ее рельефа таким образом, чтобы обеспечить баланс земляных масс на выемку и насыпь по объекту в целом. При этом допускается увеличивать перепады между отметками воды в смежных ступенях, а также выполнять часть карт полностью в выемке (без насыпных дамб). При формировании насыпных дамб производится укладка грунта небольшими слоями (толщиной до 0,2 м) с послойным тщательным его уплотнением.

Грунт для возведения разделительных дамб и дамб обвалования в основном забирается при строительстве карт биопруда. Выбор местоположения и расположения карт в плане позволит эксплуатировать их, при необходимости, независимо друг от друга.

Для стабильного поддержания режима полного вытеснения стоков по картам биопрудов их внутренние углы имеют плавные скругления радиусом 5 м, что предотвращает образование в них застойных зон.

При привязке на реальной строительной площадке биологический пруд следует устраивать на слабофильтрующих грунтах. При неудовлетворительных характеристиках фильтрационных свойств местной почвы предусматривают противофильтрационные экраны и обязательно учитывают высоту стояния грунтовых вод. ~~Наружные откосы дамб засеивают медленно растущей многолетней травой с низким травостоем, способной предотвратить эрозию грунта~~. На наружние откосы дамб укладывают геотекстиль иглопробивной ГТ KGS200 и засыпается растительным грунтом для предотвращения эрозии.

Проектом не предусмотрены особенности строительства в условиях селей, оползней, осыпей, карстовых явлений и т.п.

Поскольку в пруды поступает неочищенная вода, при их применении следует учитывать влияние сооружения на подстилающие грунты (степень их заводнения, сопряжение с водоносными горизонтами, используемыми для хозяйственных целей и т.д.), в проекте предусмотрен противофильтрационный экран.

Данная конструкция биопруда разработана для наиболее часто встречающейся крутизны откосов разделительных и ограждающих дамб (1:2), которая применяется при использовании сухих грунтов (песчаных и супесчаных), а также мокрых - глинистых и суглинистых. В целом очистное сооружение предназначено для строительства в обычных геологических условиях и эксплуатации в условиях ~~IВ, IIВ, IIIА, IIIВ, IVА~~, IVГ климатических подрайонов.

В соответствии со СН РК 3.04-11-~~2013~~ 2023 «Мелиоративные системы и сооружения» превышение гребня дамб и бровок берм каналов над максимальным уровнем воды следует назначать в соответствии с данными справочных материалов при расходе воды до 100 м^3/с. В соответствии ~~со СНиП 2.06.03-85~~ СП РК 3.04-112-2013 «Мелиоративные системы и сооружения» ~~п. 2.148 табл.3~~ при расходе воды в канале до 1 м^3/с превышение составляет 0,2 м.

В разработанном проекте это превышение принято равным 0,5 м.

Биопруды следует размещать с подветренной стороны по отношению к жилой застройке согласно п. 9.1.14 СН РК 4.01-03-2011.

5.1 Расчет величины испарения с водной поверхности*)

5.1.1 Средняя многолетняя величина испарения за безледоставный период рассчитывается по формуле:

$$W_{исп} = W_{исп_0} \times S, \qquad (1.1)$$

где $W_{исп}$ - среднемноголетний объем испаряемой воды, тыс. м3;

S - площадь акватории водоема, км2, $S = F_{lag}$;

$W_{исп_0}$ - величина испарения с поверхности водоема, мм.

При отсутствии данных наблюдений величины испарения с водной поверхности рассчитываются по формуле:

*) Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. Минприродных ресурсов РФ, М.: 2007 г

$$W_{\text{исп}_0} = 0{,}14n(e_0 - e_{200})(1 + 0{,}72u_{200}), \quad (1.2)$$

где e_0 - среднее значение максимальной упругости водяного пара, определенное по температуре поверхности воды в водоеме, в мб. При температуре $14°C$ $e_0 = 16{,}0$ мб;

e_{200} - среднее значение упругости водяного пара (абсолютной влажности воздуха) над водоемом на высоте 200 см, в мб;

u_{200} - среднее значение скорости ветра над водоемом на высоте 200 см, в м/с,

$u_{200} \cong 5{,}0$ м/с;

n - число суток безледоставного периода в расчетном интервале времени, $n = 263$ сут.

5.1.2 Средняя влажность воздуха над водоемом на высоте 200 см рассчитывается по формуле:

$$e_{200} = e'_{200} + (0{,}8e_0 - e'_{200})M, \quad (1.3)$$

где e'_{200} - средняя за расчетный интервал времени влажность воздуха, измеренная на континентальной метеостанции, в мб, $e'_{200} = 9{,}5$ мб;

e_0 - максимальная упругость пара за этот же интервал времени, определенная по температуре поверхности воды в водоеме в мб. При температуре $12°C$ $e_0 = 14{,}0$ мб;

M - коэффициент трансформации, принимаемый в зависимости от средней длины разгона воздушного потока (среднее взвешенное расстояние по водному зеркалу с учетом повторяемости направлений ветра) и разности между температурой воды в водоеме и температурой воздуха на метеостанции для одной из трех градаций значений разности ($t_0 - t'_{200}$).

5.1.3 Средняя температура воздуха над водоемом на высоте 200 см t_{200} рассчитывается по формуле:

$$t_{200} = t'_{200} + (t_0 - t'_{200})M, \quad (1.4)$$

где t'_{200} - средняя за расчетный интервал времени температура воздуха на метеостанции;

t_0 - температура поверхности воды;

M - коэффициент трансформации (таблица А.2), $M \cong 0{,}03$.

5.1.4 Подставляя величины в формулы получаем:

5.1.4.1 По формуле (1.3)

$$e_{200} = 9{,}5 + (0{,}8 \times 14{,}0 - 9{,}5) \times 0{,}03 \approx 9{,}55.$$

5.1.4.2 По формуле (1.2)

$$W_{\text{исп}_0} = 0{,}14 \times 263(16{,}0 - 9{,}55)(1 + 0{,}72 \times 5{,}0) \approx 1092 \text{ мм}$$ (или ~ 1,09 м)

5.1.4.3 По формуле (1.1)

$$W_{\text{исп}} = 1{,}09 \times 754 \approx \mathbf{822\ м^3/год}.$$

5.1.5 Для оценочной проверки и сопоставления полученных результатов отметим, что приблизительный слой испарения с водной поверхности в год для некоторых пунктов составляет: Астрахани – 1,0 м; Саратова – 0,8; Харькова – 0,6; Москвы – 0,5; Ленинграда – 0,4; Архангельска – 0,3.

5.2 Потери воды на фильтрацию

5.2.1 Величина (среднегодовая) потерь прогнозно может составлять:

$$W_{\text{ф}} = (\%_{\text{испар}}) \times W_{\text{пруда}}; \qquad (2.1)$$

$$W_{\text{ф}} = (20 - 30\%) \times 100 = \mathbf{20 - 30}\ \text{м}^3/\text{год};$$

Характерно, что особенно большая фильтрация наблюдается в первые годы после строительства пруда, но по мере заиления пруда она уменьшается.

5.3 Поступление воды за счет выпадения осадков в акватории биопрудов

5.3.1 Величины среднегодового поступления воды определены по формуле:

$$W_{\text{осадк}} = h_{\text{ос}} \times F_{\text{lag}}; \qquad (3.1)$$

где h_{oc} – среднегодовая величина слоя осадков (м/год);

F_{lag} – площадь акватории пруда (м2);

$$W_{\text{осадк}} = (0{,}3 - 0{,}45) \times 754 \approx \mathbf{226...339}\ \text{м}^3/\text{год};$$

5.4 Водохозяйственный (осредненный) баланс биопруда

$$\Delta W_{\text{осредн.}} = W_{\text{осадк}} - W_{\text{ф}} - W_{\text{исп}} = \qquad (4.1)$$

$$= (226...339) - (20...30) - 822 = \mathbf{-565} \text{ м}^3\text{/год;}$$

Выводы:

Результаты расчетов показывают, что годовая величина потерь воды в биопрудах прогнозируется порядка 5,7 объема пруда. ~~Последнее должно облегчить проблему сброса и отвода воды с биопрудов, приблизив их к категории частично – проточных.~~

6 Расчётное определение гидравлических и конструктивных параметров биологических прудов (летний период года)

6.1 Расчётные характеристики

В процессе выполнения данной работы подлежали определению такие показатели:

* число ступеней серийного биологического пруда;

* габаритные размеры биопруда;

* площадь зеркала воды биопруда;

* расчётная глубина пруда;

* растворимость кислорода воздуха в воде (данный показатель используется в формулах для определения площади зеркала воды биопруда, расхода сточных вод и расчётной глубины пруда);

* расчётное время пребывания сточной воды в картах биологического пруда;

* расчёт конструктивных элементов решётки для грубой очистки стоков.

6.2 Определение габаритных размеров биопруда

Определение требуемых показателей велось методом итерации (последовательного приближения). Поскольку эти показатели увязаны с технологическими параметрами процесса очистки стоков многофакторными зависимостями, то расчётные действия базировалось на предварительном выборе таких значений формы и размеров поперечного сечения водной массы в картах биопрудов, а также габаритов водного зеркала пруда, которые вследствие дальнейших расчётов подтвердили бы заданный эффект очистки сточных вод.

Так как количество ступеней биопрудов было установлено ранее (по п ять в каждом), и толщина слоя воды в них в соответствии с п. 9.3.15.17 [1] не должна была превышать 0,5 м, а чаши всех карт сформированы наклонными стенками дамб обвалования, то решение данной локальной задачи сводилось, в конечном счёте, к нахождению габаритов поперечного сечения водной массы в картах биопрудов и длины каждой карты с использованием элементарной зависимости:

$$W_{БП} = F_В \cdot L_К \cdot n_к, \text{ где:} \qquad (4.2.1)$$

$W_{БП}$ – объём биопруда, м^3, представляющий собою произведение расхода стоков на время их пребывания в биопруду;

$F_В$ – площадь поперечного сечения слоя воды в одной карте, м^2;

$L_К$ – длина одной карты, м;

$n_к$ – число карт.

При этом учитывалось обязательное требование п. 9.3.15.15 в части соблюдения нормативного отношения длины карты к её ширине на уровне ≥ 20 : 1.

В результате просчёта вариантов было выбрано наиболее оптимальное поперечное сечение слоя воды в виде перевёрнутой трапеции, меньшее основание которой равно ~~5,0~~ 8.0 м, а большее – определяется расчётом в зависимости от глубины слоя воды в карте. На основании данной комбинаторики вычислялась площадь водного зеркала биопруда, значение которой являлось отправной точкой для дальнейших определений.

6.3 Расчётные расходы сточных вод

Для расчёта коммуникаций на площадках биопрудов определяем расходы протекающих через сооружения сточных вод.

Для БП-100 дано: среднесуточный расход стоков равняется ~~100~~ 188.6 м^3/сут.;

средний часовой расход равен: ~~100~~ 188.6 **:** 24 = ~~4,17~~ 7.86 м^3/ч;

средний секундный расход: ~~4,17~~ 7.86 **:** 3,6 = ~~1,16~~ 2.18 л/с.

Далее по С.В.Яковлеву и Ю.М.Ласкову [5] вычисляем путём экстраполяции общие коэффициенты неравномерности водоотведения (максимальный и минимальный), которые имеют следующие значения: максимальный – **2,8072**, минимальный – **0,3262**. Следовательно, расчётный расход будет в диапазоне значений:

максимальный секундный – 1,16 · 2,8072 = **3,256** л/с;

минимальный секундный – 1,16 · 0,3262 = **0,378** л/с.

Для пропуска расчётного (максимально-секундного) расхода принимаем трубопровод диаметром **160** мм.

Проверка данного решения: даже при минимально допустимом уклоне 0,008 и расчётном наполнении h/d = 0,6 трубопровод $Д_у$ = 160 мм пропускает 8,61 л/с со скоростью 0,78 м/с. Следовательно, данный выбор диаметра трубопровода отвечает решению поставленной задачи.

Установка решётки

В соответствии с требованиями п. 9.3.15.5 [1] для грубой очистки поступающих на биопруд сточных вод (задержания крупных и плавающих предметов) надлежит предусматривать установку решётки с прозорами не более 16 мм. Для выполнения этого условия на подводящем канализационном трубопроводе $Д_у$ = 160 мм устанавливается стационарная несъёмная решётка с ручной очисткой.

Характеристики решётки:

Ширина прозоров решётки, мм	16
Форма стержней	Прямоугольная
Сечение стержней, мм	6 x 50
Угол наклона решётки к горизонтали, градусы	60
Количество отбросов, снимаемых с решётки (л/чел в год)	5
Влажность отбросов, проценты	80
Объёмная масса отбросов, кг/м^3	750
Коэфф. часовой неравномерности поступления отбросов	2
Расчётная температура воздуха в помещении решётки, ^{0}C	12
Кратность обмена воздуха (при обслуживании)	5

Решётка смонтирована в линейном смотровом колодце из сборного железобетона по ТПР 902-09-22.84 „Колодцы канализационные“. В его конструкцию внесены изменения: вместо традиционного набивного лотка, соединяющего лотки подающей и отводящей труб, устраивается бетонный канал прямоугольного сечения для установки в нём решётки.

Колодец марки КСЛ-106 по таблице 1 Альбома II (круглый, сборный, линейный) диаметром 2 м и высотой рабочей части 2100 мм установлен на

самотечном канализационном трубопроводе, подводящем стоки на площадку биопруда. Для поддержания в колодце требуемой температуры в зимнее время его люк снабжён второй (утепляющей) крышкой.

Расположение в плане колодца с решёткой условно показано на листах марки ГП. Конкретная точка на плане сетей для размещения колодца определяется при привязке данного проекта на реальной строительной площадке.

Детали установки и обслуживания решётки приведены на листе „Общие данные“ марки КР.

Расчёт решётки

1. При ширине прозоров 16 мм норма задерживаемых на решётке отбросов при ручной их очистке составляет 5 л на одного человека в год. Следовательно, для БП-100 это количество составит:

5 л х ~~500~~ 943 чел. = ~~2500~~ 4715 л = ~~2,5~~ 4.72 м^3/год = ~~**0,0068**~~ 0.0129 м^3/сутки.

2. Механизацию процесса очистки решёток применяют при суточном количестве задерживаемых ими отбросов более 0,1 м^3 на одну решётку. Как видно из представленных выше расчётов, необходимости в механизации данной решётки нет.

3. Исходя из содержания пп. 1 и 2 настоящего раздела, принимаем к установке неподвижную решётку с ручной её очисткой и величиной прозоров 16 мм.

4. Исходные данные к расчёту:

а) расчётный расход для БП-100 составляет **3,26** л/с;

б) скорость движения жидкости в прозорах решётки – **0,6** м/с.

5. Общее количество прозоров **n** в решётке определяем по зависимости:

$$\mathbf{n} = \frac{q \cdot k_з}{b \cdot h_1 \cdot v_p}, \text{ где}$$

q – максимальный расход сточных вод, 3,26 л/с = **0,00326** м^3/с;

$k_з$ – коэффициент, учитывающий стеснение прозоров задержанными загрязнениями и равный **1,05**;

b – ширина прозора, 16 мм = **0,016** м;

h_1 – глубина воды перед решёткой, **0,2** м;

$v_р$ – средняя скорость воды в прозорах решётки, которую рекомендуется принимать равной **0,6** м/с.

Подставляя данные в приведенную выше зависимость, имеем:

$$n = \frac{0{,}00326 \cdot 1{,}05_з}{0{,}016 \cdot 0{,}2_1 \cdot 0{,}6} = 1{,}7828 \approx \mathbf{2} \text{ прозора.}$$

Общая ширина решётки **B** определяется по формуле:

$$B = s\,(n - 1) + b \cdot n\,, \quad \text{где}$$

s – толщина стержней решётки, 6 мм = **0,006** м.

Подставляя расчётные значения в указанную формулу, получаем:

$$B = 0{,}006\,(2 - 1) + 0{,}016 \cdot 2 = 0{,}038 \text{ м} = 38 \text{ мм.}$$

Поскольку конструкция данной решётки, как видно из представленных результатов, в практическом плане является нерасчётной, её параметры принимаем из конструктивных соображений: количество стержней – 12, количество прозоров – 13; используя при этом решётку, разработанную для БП-1000.

Для установки решётки в колодце формируем на его днище бетонный лоток прямоугольного сечения – шириной **0,3** и глубиною **0,4** м.

Условные обозначения (к таблице)

t – расчётная температура стоков в биопруду;

$h_л$ – расчётная глубина стоков в летний период;

$h_з$ – расчётная глубина стоков в зимний период;

$b_д$ – ширина карты по дну;

$b_л$ – ширина карты по летнему уровню водного зеркала;

$b_з$ – ширина карты по зимнему уровню водного зеркала;

$b_с$ – строительная ширина карты (по бровкам противоположных дамб);

$l_д$ – длина карты по дну;

$l_л$ – длина карты по летнему уровню водного зеркала;

$l_з$ – длина карты по зимнему уровню водного зеркала;

$l_с$ – строительная длина карты (по бровкам противоположных дамб);

$w_л$ – летний объём стоков в биопруду;

$w_з$ – зимний объём стоков в биопруду;

$w_с$ – строительный объём карты.

Среднемесячная температура воздуха в июле 28 ^{0}С

Климатические подрайоны: IVА, IVГ

6.23 Определение площади зеркала воды

Общая площадь зеркала воды биопруда (м^2), вычисленная по геометрическим параметрам карт, уточняется с использованием следующей технологической зависимости из нормативного документа [1], п. 9.3.15.16:

$$f_{lag} = \frac{q_w C_a (L_{en} - L_{ex})}{K_{lag}(C_a - C_{ex}) r_a}, \text{ где:} \qquad (9.56)$$

q_w – расход сточных вод биопруда, ~~**100**~~ 188.6 м^3/сут;

C_a – растворимость кислорода воздуха в воде (мг/л) – надлежит определять по формуле (9.47) нормативного документа [1]; поскольку в соответствии с исходными данными к заданию на проектирование предусмотрена разработка

биопруда с естественной аэрацией стоков (т.е. h_a равно нулю), следовательно, C_a = $C_т$ (**7,92** мг/л).

C_{ex} – концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда (**2** мг/л);

L_{en} – $БПК_{полн}$ воды, поступающей на очередную ступень пруда, мг/л;

L_{ex} – $БПК_{полн}$ воды, выходящей из очередной ступени пруда, мг/л;

K_{lag} – коэффициент объёмного использования каждой ступени пруда (для БП-100 при отношении длины карты к её ширине ≥20:1 он равен **0,9**);

r_a – величина атмосферной аэрации при дефиците кислорода, равном единице (**3,5** г/м^2·сут).

Подставляя исходные данные в зависимость (9.56), имеем:

$$f_{lag} = \frac{\overset{188.6}{\cancel{100}} \cdot 7{,}92 \cdot (200-6)}{0{,}9 \cdot (7{,}92-2) \cdot 3{,}5} = \overset{15539.5}{\cancel{8239{,}4}} \text{ м}^2.$$

Следовательно, площадь зеркала воды одной карты f_k составит $\overset{1554}{\cancel{823{,}9}}$ м^2.

6.24 Определение времени пребывания воды в биопруду

Продолжительность пребывания сточной жидкости в биологическом пруду с естественной аэрацией определяется, согласно п. 9.3.15.15 [1], по формуле:

$$t_{lag} = \frac{1}{K_{lag}k}\sum_{1}^{N-1}\lg\frac{L_{en}}{L_{ex}} + \frac{1}{K'_{lag}k'}\lg\frac{L'_{en}-L_{fin}}{L'_{ex}-L_{fin}}, \quad \text{где:} \qquad (9.53)$$

t_{lag} – время пребывания воды в биопруду, сут;

K_{lag} – коэффициент объёмного использования каждой ступени пруда (для БП-100 при отношении длины карты к её ширине ≥20:1 он равен **0,9**);

K'_{lag} – коэффициент объёмного использования последней ступени пруда (принимается аналогично показателю K_{lag});

L_{en} – $БПК_{полн}$ воды, поступающей на очередную ступень пруда (для первой ступени БП-100 этот показатель равен **200** мг/л);

L_{ex} – $БПК_{полн}$ воды, выходящей из очередной ступени пруда, мг/л, принимается с учётом эффективности очистки стоков;

L_{fin} – остаточная БПК$_{полн}$ воды, обусловленная внутриводоёмными процессами и принимаемая согласно п. 9.3.15.15 [1]:

– летом от 2,0 до 3,0 мг/л (в среднем 2,5 мг/л);

– зимой от 1,0 до 2,0 мг/л (в среднем 1,5 мг/л);

k – константа скорости потребления кислорода при температуре воды t = 28 ^{0}C (**0,144** сут$^{-1}$);

k' – константа скорости потребления кислорода в карте последней ступени при той же температуре (**0,1** сут$^{-1}$).

Подставляя в формулу (9.53) приведенные выше значения при максимально допустимой исходной величине БПК$_{полн}$ и температуре воды t = 28 ^{0}C, имеем:

$$\mathbf{t_{lag}} = \frac{1}{0{,}9\cdot 0{,}144}\times\left(\lg\frac{200}{163}+\lg\frac{163}{126}+\lg\frac{126}{89}+\lg\frac{89}{52}\right)+\frac{1}{0{,}9\cdot 0{,}1}\times\lg\frac{52-2{,}5}{15-2{,}5} = \mathbf{11{,}2}\text{ сут.}$$

6.25 Определение расчётной глубины пруда

Расчётная глубина пруда **H_{lag}** (м) с учётом заданных исходных условий определена по формуле (9.57) нормативного документа [1]:

$$\mathbf{H_{lag}} = \frac{K_{lag}(C_a - C_{ex})r_a t_{lag}}{C_a(L_{en} - L_{ex})}, \text{ где:} \qquad (9.57)$$

K_{lag} – коэффициент объёмного использования каждой ступени пруда (для БП-100 при отношении длины карты к её ширине ≥20:1 он равен **0,9**);

C_a – растворимость кислорода воздуха в воде (мг/л) – надлежит определять по формуле (9.47) нормативного документа [1]; поскольку в соответствии с исходными данными к заданию на проектирование предусмотрена разработка биопруда с естественной аэрацией стоков (т.е. h_a равно нулю), следовательно,

$$\mathbf{C_a = C_т}\ (\mathbf{7{,}92}\text{ мг/л}).$$

C_{ex} – концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда (**2** мг/л);

r_a – величина атмосферной аэрации при дефиците кислорода, равном единице (**3,5** г/м^2·сут);

t_{lag} – время пребывания воды в пруду, **11,2** сут;

L_{en} – БПК$_{полн}$ воды, поступающей на очередную ступень пруда (для первой ступени БП-100 этот показатель равен **200** мг/л);

L_{ex} – БПК$_{полн}$ воды, выходящей из очередной ступени пруда, мг/л, принимается с учётом эффективности очистки стоков.

Подставляя в формулу приведенные исходные данные, имеем:

$$H_{lag} = \frac{0{,}9 \cdot (7{,}92 - 2{,}0) \cdot 3{,}5 \cdot 11{,}2}{7{,}92 \cdot (200 - 6)} = \mathbf{0{,}14}\ \text{м.}$$

6.26 Окончательная компоновка генплана биопруда

Неизменяемые показатели биопруда

Количество секций биопруда – 2.

Количество карт биопруда – 2 х 5 = 10.

Ширина дамб поверху – 2,5 м.

Крутизна откосов дамб – 1 : 2.

Строительная высота дамб – 1,5 м.

Горизонтальное заложение откосов дамб – 3 м.

Ширина дамб понизу (по дну карт) – 8,5 м.

Габаритные размеры одной карты биопруда

t, ^{0}C	Глубина стоков, м		Ширина карты, м			
	$h_л$	$h_з$	$b_д$	$b_л$	$b_з$	$b_с$
28	0,14	0,47 + 0,5	~~5,0~~ 8.0	~~5,56~~ 8.56	~~8,88~~ 11.88	~~11,0~~ 14.0

(Продолжение таблицы)

t, ^{0}C	Длина карты, м				Объём карты, м^3		
	$l_д$	$l_л$	$l_з$	$l_с$	$w_л$	$w_з$	$w_с$
28	~~150,0~~ 177.0	~~150,56~~ 177.56	~~153,88~~ 180.88	~~156,0~~ 183.0	~~111,04~~ 205.47	~~1011,64~~ 1716.64	~~1800,23~~ 2941.34

Условные обозначения (к таблице)

t – расчётная температура стоков в биопруду;

$h_л$ – расчётная глубина стоков в летний период;

$h_з$ – расчётная глубина стоков в зимний период;

$b_д$ – ширина карты по дну;

$b_л$ – ширина карты по летнему уровню водного зеркала;

$b_з$ – ширина карты по зимнему уровню водного зеркала;

$b_с$ – строительная ширина карты (по бровкам противоположных дамб);

$l_д$ – длина карты по дну;

$l_л$ – длина карты по летнему уровню водного зеркала;

$l_з$ – длина карты по зимнему уровню водного зеркала;

$l_с$ – строительная длина карты (по бровкам противоположных дамб);

$w_л$ – летний объём стоков в биопруду;

$w_з$ – зимний объём стоков в биопруду;

$w_с$ – строительный объём карты.

7 Расчётное определение гидравлических и конструктивных параметров биологических прудов для зимнего периода года

Климатические подрайоны: ~~IB, IIB, IIIA, IIIB, IVA,~~ IVГ

В данном разделе работы приведены расчёты только по тем параметрам, которые изменяют свои значения под влиянием температуры сточной жидкости в биопрудах.

7.1 Отправные точки к пересчёту данных по „зимнему варианту“

7.1.1. Для определения времени пребывания стоков в биопруду в зимний период года значения коэффициентов **k** и **k′** в формуле (9.53) скорректированы приведением их величины к текущей температуре стоков.

7.1.2. Температура стоков в биопруду на зимний период принята равной +3 ^{0}C (таблица 1 [3]) – как наиболее невыгодное из предлагаемых значений.

7.1.3. Скорректированное по формуле (9.55) нормативного документа [1] значение константы скорости потребления кислорода **k** для этой температуры принято равным **0,046** сут$^{-1}$ (таблица 1 [3]). Соответственно принимается и значение константы **k′** (**0,032** сут$^{-1}$), входящей в это уравнение.

7.1.4. В формуле (9.56) для определения общей площади зеркала воды пруда присутствует показатель $\mathbf{C_a}$ (растворимость кислорода воздуха в воде), который также приведен к зимней температуре стоков.

7.1.5. Поскольку после ледостава температура стоков в биопрудах колеблется от нуля до +4 ^{0}C, для дальнейших расчётов принимаем по табл. 1 Приложения 3 [4] минимальное из рекомендуемых значений (+3 ^{0}C).

7.1.6. Так как аэрация в проектируемом пруду естественная (т.е. аэраторы отсутствуют), то коэффициент $\mathbf{C_a}$ оказывается равным коэффициенту $\mathbf{C_т}$.

7.1.7. Значение коэффициента $C_т$ принято по интерполяции из таблицы 1.27 [4]. Для температуры воды +3 ^{0}С оно равно **13,52** мг/л.

7.2 Определение площади зеркала воды

Общая площадь зеркала воды биопруда (м^2), вычисленная по геометрическим параметрам карт, уточняется с использованием следующей технологической зависимости из нормативного документа [1], п. 9.3.15.16:

$$f_{lag} = \frac{q_w C_a (L_{en} - L_{ex})}{K_{lag}(C_a - C_{ex}) r_a}, \text{ где:} \qquad (9.56)$$

q_w – расход сточных вод пруда, ~~100~~ 188.6 м^3/сут;

C_a – растворимость кислорода воздуха в воде (мг/л) – надлежит определять по формуле (9.47) нормативного документа [1]; поскольку в соответствии с исходными данными к заданию на проектирование предусмотрена разработка биопруда с естественной аэрацией стоков (т.е. h_a равно нулю), следовательно, $C_a = C_т$ (**13,52** мг/л).

C_{ex} – концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда (**2** мг/л);

L_{en} – БПК$_{полн}$ воды, поступающей на очередную ступень пруда, мг/л;

L_{ex} – БПК$_{полн}$ воды, выходящей из очередной ступени пруда, мг/л;

K_{lag} – коэффициент объёмного использования каждой ступени пруда (для БП-100 при отношении длины карты к её ширине ≥20:1 он равен **0,9**);

r_a – величина атмосферной аэрации при дефиците кислорода, равном единице (**3,5** г/м^2·сут).

Подставляя исходные данные в зависимость (9.56), имеем:

$$f_{lag} = \frac{\cancel{100}\,188.6 \cdot 13{,}52 \cdot (200-6)}{0{,}9 \cdot (13{,}52-2) \cdot 3{,}5} = \cancel{7227{,}9}\ 14022.2 \text{ м}^2.$$

Следовательно, площадь зеркала воды одной карты f_k составит ~~722,8~~ 1402.2 м^2.

7.3 Определение времени пребывания воды в биопруду

Продолжительность пребывания сточной жидкости в биологическом пруду с естественной аэрацией определяется, согласно п. 9.3.15.15 [1], по формуле:

$$\mathbf{t_{lag}} = \frac{1}{K_{lag}k}\sum_{1}^{N-1}\lg\frac{L_{en}}{L_{ex}} + \frac{1}{K'_{lag}k'}\lg\frac{L'_{en}-L_{fin}}{L'_{ex}-L_{fin}}, \quad \text{где:} \qquad (9.53)$$

$\mathbf{t_{lag}}$ – время пребывания воды в биопруду, сут;

$\mathbf{K_{lag}}$ – коэффициент объёмного использования каждой ступени пруда (для БП-100 при отношении длины карты к её ширине ≥20:1 он равен **0,9**);

$\mathbf{K'_{lag}}$ – коэффициент объёмного использования последней ступени пруда (принимается аналогично показателю $\mathbf{K_{lag}}$);

$\mathbf{L_{en}}$ – $БПК_{полн}$ воды, поступающей на очередную ступень пруда (для первой ступени БП-100 этот показатель равен **200** мг/л);

$\mathbf{L_{ex}}$ – $БПК_{полн}$ воды, выходящей из очередной ступени пруда, мг/л, принимается с учётом эффективности очистки стоков;

$\mathbf{L_{fin}}$ – остаточная $БПК_{полн}$ воды, обусловленная внутриводоёмными процессами и принимаемая согласно п. 9.3.15.15 [1]:

– летом от 2,0 до 3,0 мг/л (в среднем 2,5 мг/л);

– зимой от 1,0 до 2,0 мг/л (в среднем 1,5 мг/л);

k – константа скорости потребления кислорода при температуре воды t = +3 ^{0}C (**0,046** сут$^{-1}$);

k' – константа скорости потребления кислорода в карте последней ступени при той же температуре (принимается равной **0,032** сут$^{-1}$).

Подставляя в формулу (9.53) приведенные выше значения при максимально допустимой исходной величине $БПК_{полн}$ и температуре воды t = +3 ^{0}C, имеем:

$$\mathbf{t_{lag}} = \frac{1}{0{,}9\cdot 0{,}046}\cdot\left(\lg\frac{200}{163}+\lg\frac{163}{126}+\lg\frac{126}{89}+\lg\frac{89}{52}\right)+\frac{1}{0{,}9\cdot 0{,}032}\times\lg\frac{52-1{,}5}{15-1{,}5} = \mathbf{34{,}0}\ \text{сут.}$$

7.4 Определение расчётной глубины пруда

Расчётная глубина пруда $\mathbf{H_{lag}}$ (м) с учётом заданных исходных условий определена по формуле (9.57) нормативного документа [1]:

$$\mathbf{H_{lag}} = \frac{K_{lag}(C_a - C_{ex})r_a t_{lag}}{C_a(L_{en} - L_{ex})}, \text{ где:} \qquad (9.57)$$

$\mathbf{K_{lag}}$ – коэффициент объёмного использования каждой ступени пруда (для БП-100 при отношении длины карты к её ширине ≥20:1 он равен **0,9**);

$\mathbf{C_a}$ – растворимость кислорода воздуха в воде (мг/л) – надлежит определять по формуле (9.47) нормативного документа [1]; поскольку в соответствии с исходными данными к заданию на проектирование предусмотрена разработка биопруда с естественной аэрацией стоков (т.е. h_a равно нулю), следовательно,

$$\mathbf{C_a = C_т} \ (\mathbf{13,52} \text{ мг/л}).$$

$\mathbf{C_{ex}}$ – концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда (**2** мг/л);

$\mathbf{r_a}$ – величина атмосферной аэрации при дефиците кислорода, равном единице (**3,5** г/м^2·сут);

$\mathbf{t_{lag}}$ – время пребывания воды в пруде, **34,0** сут;

$\mathbf{L_{en}}$ – БПК$_{полн}$ воды, поступающей на очередную ступень пруда (для первой ступени БП-100 этот показатель равен **200** мг/л);

$\mathbf{L_{ex}}$ – БПК$_{полн}$ воды, выходящей из очередной ступени пруда, мг/л, принимается с учётом эффективности очистки стоков.

Подставляя в формулу приведенные исходные данные, имеем:

$$\mathbf{H_{lag}} = \frac{0,9 \cdot (13,52 - 2) \cdot 3,5 \cdot 34,0}{13,52 \cdot (200 - 6)} = \mathbf{0,47} \text{ м.}$$

7.5 Окончательная компоновка генплана биопруда

Неизменяемые показатели биопруда

Количество секций биопруда – 2.

Количество карт биопруда – 2 х 5 = 10.

Ширина дамб поверху – 2,5 м.

Крутизна откосов дамб – 1 : 2.

Строительная высота дамб – 1,5 м.

Горизонтальное заложение откосов дамб – 3 м.

Ширина дамб понизу (по дну карт) – 8,5 м.

Габаритные размеры одной карты биопруда

t, ^{0}C	Глубина стоков, м		Ширина карты, м			
	$h_л$	$h_з$	$b_д$	$b_л$	$b_з$	$b_с$
3	0,47	0,47 + 0,5	~~5,0~~ 8.0	~~6,88~~ 9.88	~~8,88~~ 11.88	~~11,0~~ 14.0

(Продолжение таблицы)

t, ^{0}C	Длина карты, м				Объём карты, м^3		
	$l_д$	$l_л$	$l_з$	$l_с$	$w_л$	$w_з$	$w_с$
3	~~105,0~~ 141.9	~~106,88~~ 143.78	~~108,88~~ 145.78	~~111,0~~ 147.9	~~294,79~~ 599.35	~~712,73~~ 1380.38	~~1273,32~~ 2369.47

Условные обозначения (к таблице)

t – расчётная температура стоков в биопруду;

$h_л$ – расчётная глубина стоков в летний период;

$h_з$ – расчётная глубина стоков в зимний период;

$b_д$ – ширина карты по дну;

$b_л$ – ширина карты по летнему уровню водного зеркала;

$b_з$ – ширина карты по зимнему уровню водного зеркала;

$b_с$ – строительная ширина карты (по бровкам противоположных дамб);

$l_д$ – длина карты по дну;

$l_л$ – длина карты по летнему уровню водного зеркала;

$l_з$ – длина карты по зимнему уровню водного зеркала;

$l_с$ – строительная длина карты (по бровкам противоположных дамб);

$w_л$ – летний объём стоков в биопруду;

$w_з$ – зимний объём стоков в биопруду;

$w_с$ – строительный объём карты.

Поскольку расчётные значения габаритов биопруда для летнего и зимнего периодов года отличаются друг от друга, ~~то на стадии привязки данного ТПР необходимо~~ принимаем ~~ать~~ бóльшие из полученных значений.

Габаритные размеры биопруда приняты по расчету летнего периода года

8 ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД БИОПРУДА

Биопруды это инженерно-технические сооружения, в которых очистка сточных вод происходит в условиях, приближенных к естественному течению физических, химических, биохимических и других процессов, обеспечивающих самоочищение поверхностных водоемов.

Биохимическое окисление органических веществ в биопрудах осуществляется микроорганизмами как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Из всех типов биопрудов биоценозы аэробных прудов наиболее мощные и включают многих представителей флоры и фауны, которые участвуют в окислении сточных вод в естественных условиях (реки и водоемы).

Создание аэробных условий достигается путем перемешивания, аэрации, а также при массовом развитии водорослей. Последнее может происходить как самостоятельно, так и путем внесения инокулята водорослей. В результате этой доочистки сточных вод в биопрудах обусловлено массовым развитием зеленых водорослей, которые выделяют атомарный кислород, ускоряет процесс распада органических веществ. Вследствие жизнедеятельности бактерий, водных зоо- и фитоорганизмов и влияния таких физических факторов как: аэрация, инсоляция, температура, скорость движения воды, процесс очистки сточных вод сокращается до 3-5 суток. Но данный метод зависит от температуры окружающей среды, ведет к развитию зеленых водорослей в биопрудах и тем самым влияет на процессы очистки сточных вод.

В биопрудах в основном доминируют процессы самоочищения сточных вод. Наиболее важны количественные изменения специфических паразитических видов в воде, в частности освобождение сточных вод от бактерий и вирусов. Микробы, имеющие паратрофный тип питания, в биопрудах быстро погибают. Это установлено для всех патогенных микробов кишечной группы (возбудителей брюшного тифа, паратифа А, паратифа В и всех видов возбудителей дизентерии), а также чрезвычайно устойчивых в

объектах окружающей среды микробов, как возбудитель туберкулеза, сибирской язвы, вирусов полиомиелита, гепатита А, Е и др.

В биопрудах создаются благоприятные условия для развития бактериофагов, нейтрализующие возбудителей брюшного тифа, паратифа А, В, дизентерии.

Главными физическими обеззараживающими факторами являются солнечная УФ радиация и температура. УФ лучи солнца играют существенную роль в очистке сточных вод в биопрудах, засаженных высшими водными растениями.

Роль высших водных растений в интенсификации очистки и обеззараживания сточных вод

Наиболее целесообразным в очистке или доочистке и безреагентном обеззараживании сточных вод является использование биопрудов, засаженных высшими водными растениями (далее - ВВР). Наиболее распространенными являются: тростник обыкновенный, рогоз узко и широколистный, камыш озерный, аир болотный и другие. По химическому составу они существенно отличаются между собой, но имеют уникальные биологические свойства. Они выделяют во время вегетативного периода целый ряд биологически активных веществ (далее - БАВ), в частности: аминокислоты (акриловую, гликолевую, абсцизовую); эфирные масла и др.

Указанные вещества способны разрушать микробные клетки и вирусные частицы. Установлена общая тенденция уменьшения количества патогенной микрофлоры в биопрудах, что является альтернативой реагентного метода обеззараживания (хлорирования) воды. ВВР и микроскопические водоросли за счет своих продуктов метаболизма и насыщения воды кислородом успешно выполняют роль дезинфектантов, губительно действуют на патогенные бактерии и вирусы, что позволяет избежать использования систем хлорирования или озонирования воды.

Сквозь корневую систему и погруженные в воду части стеблей адсорбируются также микроэлементы.

Важную роль в процессах самоочищения поверхностных водоемов играет атомарный кислород, образующийся в результате вегетации водных растений, как один из химических факторов обеззараживающего действия.

В течение всего года ВВР активно адсорбирует из воды соли тяжелых металлов, пестициды, радиоактивные элементы, фенолы, СПАВ, нефтепродукты, азот, фосфор, а также принимают активное участие в процессах деминерализации воды за счет сорбции ионов Na +, Ca, Mg +, Cl-, которые не могут быть удалены другими методами очистки воды, кроме электродиализа.

Посадка высшей водной растительности на поверхности карт биопруда

Посадка и формирование зарослей ВВР на картах сооружений производится в период ~~пуско-наладочных работ~~ эксплуатации. Для высадки используются такие виды макрофитов, которые являются широко используемыми в мире на аналогичных сооружениях в умеренном климатическом поясе и представлены в местной флоре, позволяющие их изымать для засаживания без ущерба функционирования экосистем. Высшие растения для высадки выкапываются вручную или экскаватором из естественных зарослей. В летний период растительные популяции отбирают и помечают с обозначением количества растений и их видов с тем, чтобы в осенний период четко ориентироваться при выборе посадочного материала.

Высадка растений производится в апреле - мае, или в октябре-декабре, но при температуре атмосферного воздуха не менее +5 - +8 °С.

В качестве посадочного материала рекомендуется использовать корневую массу высших водных растений, которую отбирают в существующих зарослях вместе с грунтом до глубины 0,2 м. Грунт вместе с корневищами растений перевозят и высаживают в загрузки или фиксируются на биопрудах. Для посадки можно использовать также побеги корневищ - столоны с ростовыми почками. Столоны на корневищах собирают и разрезают на отдельные частицы длиной 20 - 25 см так, чтобы на каждом кусочке корневища находились одна - две ростовые почки.

После посадки ВВР в одной из карт уровни воды должны быть подняты до почвенного слоя, также периодически необходимо осуществлять полив чистой водой из шланга. После посадки ВВР в следующей карте происходит заполнение его водой слоем не более 5 см, пока побеги не подрастут на высоту не менее 50 см, после чего уровень воды постепенно поднимается до проектной отметки. Пуск в эксплуатацию возможен только после формирования на биопрудах густых зрелых зарослей высшей водной растительности.

Рекомендуется осуществлять контроль за количеством растений в биопрудах, засаженных высшими водными растениями, так как их количество должно составлять 35-45 растений/м^2 тростника обыкновенного и камыша озерного, 25-30 растений/м^2 рогоза широколистного и рогоза узколистного и 17-20 растений/м^2 аира болотного.

Активный ил по данной технологии фиторемедиации с использованием высших водных растений не формируется, обработка осадка не требуется.

9 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

При разработке типовой документации приняты следующие условия строительства согласно СН 227-82:

- грунты основания - суглинок легкий песчанистый сильнопросадочный II Тип со следующими нормативными значениями характеристик:

- угол внутреннего трения fн = ~~28°~~ 21;

- модуль деформации Е = 5,1 мПА (51 кгс/см²);

- коэффициент пористости у = ~~0,75~~; 0.938

- удельное сцепление с=25 кПа;

- плотность р = ~~1,8~~ т/м³;15,2 кН/м3

- коэффициент надежности по грунту в расчетах оснований по деформации - yl = 0,85;

- рельеф местности спокойный, грунтовые воды отсутствуют

Колодец с механической решеткой

За отм. 0,000 принят уровень планировочной отметки земли.

Проектируемое сооружение представляет собой подземный круглый колодец, высотой 2100мм. Конструкции выполнены из сборных железобетонных колец по серии 3.900.1-14, в.1. На поверхности земли выполнена земляная обваловка.

При производстве работ руководствоваться правилами техники безопасности в строительстве согласно ~~СН РК 1.03-05-2001~~. СП РК 1.03–106–2012

В соответствии с требованиями п.9.3.15.5(1) для задержания крупных плавающих веществ в поступающих стоках перед их очисткой в биопруду предусмотрена неподвижная решетка с ручной очисткой. Решетка смонтирована в линейном смотровом колодце из сборного железобетона по Т.П.Р 902-09-22.84 "Колодцы канализационные". В его конструкцию внесены изменения: вместо традиционного набивного лотка, соединяющего лотки подающей и отводящей труб, устраивается бетонный канал прямоугольного сечения для установки в нем решетки.

Колодец марки КСЛ-106 (круглый, сборный, линейный) диаметром 2м и высотой рабочей части 2100 мм установлен на самотечном канализационном

трубопроводе, подводящем стоки на площадку биопруда. Для поддержания в колодце требуемой температуры в зимнее время его люк снабжен второй (утепляющей) крышкой. Наружные и внутренние поверхности колодца обмазать за 2 раза горячим битумом по грунтовке из раствора битума в бензине. Все закладные детали защитить от коррозии методом горячего цинкования или металлизацией распылением. Соединительные детали окрасить лаком ХВ-784 (ГОСТ 7313-75*) по грунтовке ХС-010(ГОСТ 9355-81).

Конкретная точка на плане сетей для размещения колодца определяется при привязке данного проекта на реальной строительной площадке.

Обслуживание решетки (очистку и удаление отбросов) в соответствии с требованиями техники безопасности должно выполнять звено в составе 3-х человек. Спуск людей в колодец разрешается только после его интенсивной вентиляции и проверке на загазованность с помощью газоанализатора. Находящийся в колодце работник обязан предварительно одеть страховочный пояс, страховочные концы которого должны удерживаться остальными членами звена, которые остаются на поверхности земли. Кроме того, этот работник должен быть обеспечен изолирующим противогазом со шлангом, конец которого во время его использования необходимо закрепить в зоне чистого воздуха.

При производстве строительно-монтажных работ, транспортировке и складировании строительных материалов и конструкций, а также при производстве работ в сезон отрицательных температур, следует руководствоваться указаниями соответствующих нормативных документов, а также ~~СН РК 1.03-05-2001~~ СП РК 1.03-106-2012 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».

Колодец распределительный

Шиберы предназначены для выключения из работы любой из двух секций биопруда для профилактического осмотра или ремонта карт, а так же в случае возникновения аварийной ситуации на них. Шиберы устанавливаются в распределительном колодце, расположенном на площадке биологического пруда.

Колодец диаметром ~~1,0~~ 1.5 м принят из сборных железобетонных элементов по ТПР 902-09-22.84 "Колодцы канализационные", а так же типовой серии 3.900.1-14 "Изделия железобетонные для круглых колодцев водопровода и канализации".

Конструктивный набор сооружения выполнен из чугунных соединительных частей по ГОСТ 5525-88, обетонированных на днище колодца в единый блок.

Наружные и внутренние поверхности колодцев обмазать за 2 раза горячим битумом по грунтовке из раствора битума в бензине.

Все закладные детали защитить от коррозии методом горячего цинкования или металлизацией распылением. Соединительные детали окрасить лаком ХВ-784 (ГОСТ 7313-75*) по грунтовке ХС-010 (ГОСТ 9355-81).

Перепускной колодец

За отм. 0,000 перепускного колодца принят уровень днища колодца. Проектируемое сооружение представляет собой подземный круглый колодец, высотой 1500мм. Конструкции выполнены из сборных железобетонных колец по серии 3.900.1-14, в.1. При производстве работ руководствоваться правилами техники безопасности в строительстве согласно СН РК 1.03-05-2011

Все деревянные конструкции изготавливаются из пиломатериалов хвойных пород (ГОСТ 8486-86) и антисептируются по указаниям ~~раздела 5 и приложений 1,5 к СНиП 3.02.01-87~~ СП РК 5.01–101–2013. Для конструкций, расположенных в зоне переменной влажности, наиболее эффективно пропитка под давлением маслянистым антисептиками в соответствии с ГОСТ 20022.0-93*. Наружные и внутренние поверхности колодцев обмазать за 2 раза горячим битумом по грунтовке из раствора битума и бензина. Все закладные детали защитить от коррозии методом горячего цинкования или металлизацией распылением. Соединительные детали окрасить лаком ХВ-784(ГОСТ 7313-75*) по грунтовке ХС-010 (ГОСТ 9355-81). Высота заборной стенки регулируется набором инвентарных брусов в зависимости от выбранной высоты стояния сточных вод в биопруду и устанавливается по месту эксплуатирующим персоналом. В случае опирания водоперепускного колодца на глинистый грунт последний должен быть вынут на глубину 0,5м и заменен песчаной подушкой с послойным уплотнением.

10 ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Биопруды работают в автономном режиме без особого надзора за ними. Вода в сооружениях проходит самотечно при помощи разницы отметок дна. Для обслуживания сооружений необходимо предусматривать эксплуатационный персонал в количестве 1 работника без специального образования и без постоянного присутствия на объекте, квалификации «оператор очистных сооружений». В обязанности персонала входит:

-вести замеры количества сточных вод на входе и на выходе из биопруда,

-осуществлять контроль за уровнем воды в картах биопруда;

-точно фиксировать даты и часы начала и окончания наполнения, экспозиции и опорожнения биопруда;

-следить за исправностью сооружений, выявлять возникающие повреждения и своевременно их устранять;

- проверять впускные и выпускные устройства, подводящие и отводные коммуникации;

- принимать участие в периодическом (по установленному графику) удалении накапливающегося в отстойных картах первой ступени биопруда осадка и вывозке его на площадку ТБО.

В процессе эксплуатации биопрудов главным технологическим параметром, подлежащим обязательному контролю, является необходимый уровень воды, поступающей на очистку.

Поддержание необходимого уровня сточных вод в картах осуществляется путём регулирования высоты заборной стенки перепускных колодцев. В зависимости от периодов года устанавливаются следующие уровни воды в картах биопрудов:

-до 0,2 м - уровень стоков непосредственно после посадки и в период роста высших водных растений;

-до 0,5 м – весенне-осенний-летний уровень в режиме выведения сооружения на проектную мощность;

-до 1,0 м – зимний уровень для предотвращения промерзания биопруда.

Снижение эффективности работы биопрудов возможно в зимние месяцы при уменьшении температуры окружающей среды. В этот период года соответственно увеличивается время пребывания сточных вод в биопруду.

В процессе работы биопрудов выполняются следующие исследования:

- определяется количество взвешенных веществ в поступающих и очищенных сточных водах;
- количество растворенного кислорода в очищенных стоках;
- количество биогенных элементов в очищенных стоках.

Для достижения необходимого качества очистки сточных вод используется каскадная конструкция биоинженерных сооружений с посадкой высших водных растений, при которой каждая ступень каскада действует как самостоятельное сооружение и изымает необходимую часть загрязнений.

Краткие указания по технике безопасности

Вся территория биопрудов огораживается забором. Калитка и ворота должны быть закрыты. На территорию биопрудов посторонним лицам вход запрещен.

При обосновании в качестве ограждения может быть использован колючий кустарник.

11 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

11.1.1 В основных положениях по организации строительства биологических прудов производительностью ~~100~~ 188.6 м^3/сут, приведены рекомендации по организации строительства и производству строительно-монтажных работ принципиального характера, на основании которых осуществляется привязка типового проекта к конкретной стройплощадке и разработка проекта производства работ (ППР).

При строительстве биопрудов выполняется следующий комплекс основных строительно-монтажных работ:

Подготовительные;

Земляные;

Монтаж сборных железобетонных конструкций;

Монтаж трубопроводов.

11.1.2 До начала работ подготовительного периода выполнить комплекс организационно-подготовительных мероприятий, предусмотренных ~~СНиП РК 1.03.06-2002~~ СН РК 1.03–00–2011* «Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений».

11.2 Подготовительные работы

11.2.1 Устройство необходимых ограждений строительной площадки.

11.2.2 Создание разбивочной геодезической основы.

10.2.3 Строительство временной подъездной автодороги и площадок складирования материалов и конструкций, площадок размещения временных зданий и сооружений.

11.2.4 Организуется временное обеспечение водой и электроэнергией.

11.2.5 Строительство необходимых временных зданий и сооружений.

11.3 Производство строительно-монтажных работ

До начала производства строительно-монтажных работ генподрядчику разработать и согласовать проект производства работ (ППР).

11.3.1 Земляные работы

Территорию до начала работ и в процессе строительства оградить от поступления поверхностных вод. Все работы производить в соответствии с ~~СНиП 3.02.01.-87~~ СП РК 5.01–101–2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

11.3.1.1 Срезка растительного грунта

Растительный грунт разработать бульдозером с перемещением на 10 м, погрузить экскаватором на автосамосвалы и отвезти во временный отвал. Планировку площадей выполнить механизированным способом.

11.3.1.2 Разработка траншей

Разработку траншей производить экскаватором в отвал, излишний грунт вывозится на расстояние, которое определяется при привязке типового проекта. Разработку траншей выполнить с расчетом немедленного устройства в нем запроектированных конструкций. На период дождей траншеи должны иметь зумпфы для сбора воды и последующей ее откачки.

11.3.1.3 Устройство карт биопрудов

Грунт разрабатывается скрепером, перемещается из выемки и укладывается на откосы карт. Гребень и откосы дамб планируются бульдозером и автогрейдером. Излишний грунт вывозится автомобилями.

11.3.1.4 Обратные засыпки

Обратную засыпку колодцев выполнить бульдозером, уплотнить катками, в труднодоступных местах и вблизи конструкций, пневмотрамбовками.

Обратную засыпку траншей подземных коммуникаций выполнить частично вручную, вслед за прокладкой и осмотром трубопроводов, остальную часть засыпки выполнить бульдозером в соответствии с требованиями ~~СНиП 3.02.01-87~~ СП РК 5.01–101–2013 "Земляные сооружения, основания и фундаменты". При производстве земляных работ соблюдать требования ~~СНиП 3.05.04-85*~~ СП РК 4.01–103–2013 "Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации".

11.3.1.5 Монтаж сборных железобетонных конструкций

До начала монтажных работ должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверено положение стен колодцев в плане, по высоте и осуществлена сдача их по акту с приложением схемы геодезической съемки их фактического положения;

- подведена электроэнергия для механизмов и сварочных работ;

- согласован с заводами-изготовителями и транспортной организацией график доставки сборных конструкций и материалов, завезен их нормативный запас.

Монтаж конструкций производить монтажным краном, указанным в разделе 11.7, исходя из максимального веса сборных элементов, подлежащих монтажу, высоты сооружения, конструктивных особенностей и размеров в плане. Сварку сборных железобетонных конструкций и замоноличивание узлов сопряжений выполнять вслед за установкой и геодезической выверкой конструкций.

Сборные конструкции доставлять к месту монтажа автотранспортом, разгружать монтажным краном и складировать в зоне его действия.

Все работы по монтажу конструкций должны производиться в полном соответствии со ~~СНиП РК 5.03-37-2005~~ СП РК 5.03–107–2013 «Несущие и ограждающие конструкции», рабочими чертежами и ППР.

Работы выполнять с максимальным использованием фронта работ с совмещением строительных процессов, с обеспечением их непрерывности и поточности.

11.3.1.6 Бестраншейная прокладка труб (футляров)

Укладку труб через дамбы производить методом прокола без разработки грунта в следующей последовательности:

1.Укладка и центрирование труб на направляющей раме.

2.Сварка труб и приварка ножа.

3.Установка нажимных устройств.

4.Прокол трубы в грунт.

11.3.1.7 Производство работ в зимнее время

Осуществлять строительство биопрудов в зимнее время не рекомендуется, однако при обоснованной необходимости такого строительства нужно учитывать следующие основные положения:

При выполнении земляных работ в зимний период разработку котлована производить с недобором на глубину, достаточную для предохранения основания от атмосферных воздействий. Недобор грунта разработать в теплое время года. Грунт засыпки и отсыпки дамб не должен содержать смерзшихся комьев.

Бетонные и железобетонные работы выполнять в соответствии с требованиями СП РК 5.03–107–2013 ~~СНиП РК 5.03-37-2005~~ «Несущие и ограждающие конструкции», в зависимости от конструктивных особенностей сооружений, но с учетом обеспечения благоприятных температурно-влажностных условий твердения бетона до момента приобретения их прочности, достаточной для распалубки и частичной или полной загрузки конструкций.

Прочность бетона, необходимая для ведения дальнейших работ, задается проектом.

Бетонная смесь должна иметь положительную температуру и готовиться с применением подогретых заполнителей и воды.

При выполнении монтажа сборных железобетонных конструкций поверхности стыкуемых элементов очистить от снега и наледи.

Рабочие места и проходы к ним необходимо очистить от снега (наледи), при необходимости, посыпать песком.

Рабочие места при производстве работ необходимо защищать от ветра и осадков, обеспечить устройствами для сушки поверхности.

Строительные материалы и конструкции, подвергающиеся порче от воздействия снега, но не изменяющиеся под влиянием температурных колебаний, хранить в частично закрытых складах.

11.4 Контроль качества строительно-монтажных работ

В процессе строительства биопрудов, строительно-монтажной организации необходимо проводить инструментальный контроль точности геометрических параметров сооружений, в соответствии со СН РК 1.03–00–2022 ~~СНиП РК 1.03.06-2002~~ «Строительное производство. Организация строительства предприятий зданий и сооружений»,

СП РК 5.01–101–2013 ~~СНиП 3.02.01-87~~ «Земляные сооружения, основания и фундаменты», СП РК 5.03–107–2013 ~~СНиП РК 5.03-37-2005~~ «Несущие и ограждающие конструкции», СН РК 4.01-03-2011 "Водоотведение. Наружные сети и сооружения".

Инструментальный контроль качества сооружений заключается в инструментальной проверке соответствия положения конструкций и частей сооружений проекту в процессе их монтажа и временного закрепления.

Предельные отклонения смонтированных конструкций относительно разбивочных осей или ориентирных рисок не должны превышать величин указанных в рабочей документации, а также в нормах по организации, производству и приемке работ.

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ должен включать входной контроль рабочей документации, конструкций, изделий, материалов, операционный контроль отдельных строительных процессов или производственных операций и приемочный контроль строительно-монтажных работ.

Контроль качества строительно-монтажных работ и законченной строительной продукции должны осуществлять аттестованные службы контроля качества, оснащенные техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля, входящие в состав строительно-монтажной организации или привлекаемые со стороны.

11.5 Охрана труда и техника безопасности

При производстве строительно-монтажных работ следует строго соблюдать требования:

СН РК 1.03–00–2011* ~~СНиП РК 1.03.06-2002~~ «Строительное производство. Организация строительства предприятий зданий и сооружений»;

СП РК 1.03–106–2012 ~~СНиП РК 1.03.05-2001~~ «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».

Генеральный подрядчик, с участием заказчика и субподрядных организаций обязан разработать и утвердить мероприятия по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии, обязательные для всех организаций, участвующих в строительстве.

Охрана труда должна обеспечиваться:

- обязательной предварительной экспертизой проектной документации на ее соответствие нормативным актам об охране труда;

- организацией технологических процессов в соответствии требованиями действующих санитарных норм, механизацией и автоматизацией тяжелых и опасных работ;

- выдачей работникам необходимых средств индивидуальной защиты (социальной одежды, обуви, защитных касок и др.);

-выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждение, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.);

- предоставлением санитарно-бытовых помещений и устройств, организацией санитарно-бытового и медицинского обслуживания.

К строительно-монтажным работам разрешается приступить только при наличии проекта производства работ, где должны быть разработаны все мероприятия по охране труда, техники безопасности, в соответствии с требованиями Закона «Об охране труда». Этот проект должен быть согласован со службами техники безопасности строительно-монтажных организаций.

Расположение постоянных и временных транспортных путей, сетей электроснабжения кранов, механизированных установок, складских площадок и других устройств должно соответствовать проекту. Проходы в котлованы с уклоном более 20 град. должны быть оборудованы стремянками или лестницами шириной не менее 0,7 м с перилами высотой не менее 1 м; в темное время суток, кроме ограждения, должны быть установлены световые сигналы

При возникновении на строительной площадке опасных условий работы (оползни грунта в котлованах, осадка оснований под строительными кранами, обрыв электролиний) люди должны быть немедленно выведены, а опасные места ограждены.

Металлические части строительных машин и механизмов с электроприводом должны быть заземлены.

При производстве земляных работ вблизи от существующих подземных коммуникаций должен присутствовать производитель работ и представитель

эксплуатирующей организации.

Разработка грунта вблизи от электрокабелей, напорных трубопроводов, газопроводов ударными инструментами запрещается.

Грунт, извлеченный из котлована или траншеи, следует размещать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки выемки.

Запрещается установка и движение строительных механизмов и автотранспорта в пределах призмы обрушения котлована.

При работе механизмов не разрешается находиться под ковшом или стрелой и пребывать посторонним лицам в радиусе действия механизма плюс 5 м.

Установленные в проектное положение элементы конструкции должны быть закреплены с обеспечением устойчивости и геометрической неизменяемости.

Монтажные запрещается выполнять во время гололеда, тумана, исключающего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра скоростью 15 м/сек и более.

Скорость движения автотранспорта на строительной площадке не должна превышать 10 км/ч, а на поворотах и в рабочих зонах кранов 5 км/ч.

Складирование строительных конструкций и изделий по высоте не должно превышать норм, предусмотренных главой СП РК 1.03–106–2012 ~~СНиП РК 1.03.05-2001~~ «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».

Более подробный перечень требований по охране туда и технике безопасности, которым следует руководствоваться при производстве всего комплекса строительно-монтажных робот при строительстве биопрудов, приведен в СП РК 1.03–106–2012 ~~СНиП РК 1.03.05-2001~~ «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».

11.6 Охрана окружающей среды

1. Производственные и бытовые стоки, образующиеся на строительной площадке, должны сбрасываться в выгребные ямы.

2. На территории строительной площадки не допускать не предусмотренные проектной документацией сведение древесно-кустарниковой растительности, засыпки грунтом корневых шеек стволов растущих деревьев и кустарников.

3. Не допускать загрязнения почвы ГСМ, красками, растворителями.

4. Соблюдать меры по предотвращению загазованности воздушной среды.

5. Все работающие на стройплощадке машины с двигателями внутреннего сгорания должны быть проверены на токсичность выхлопных газов.

6. Транспортировку и хранения сыпучих материалов осуществлять в закрытых ёмкостях или пыленепроницаемых мешках.

7. Перед выездом со стройплощадки производить мойку колес автомобилей и механизмов.

11.7 Рекомендуемая потребность в основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах

Машины и механизмы	Краткая техническая характеристика	Всего
1	2	3
Экскаватор одноковшовый	Емкость ковша 0,65 м3	1
Экскаватор одноковшовый	Емкость ковша 0,25 м3	1
Скрепер самоходный	Вместимость ковша 8,0 м3	2
Бульдозер	Мощность 79 кВт	2
Трактор на гусеничном ходу	Мощность 79 кВт	2
Автогрейдер	Мощность 99 кВт	2
Катки уплотнительные	Масса 8 т	2
Пневмотрамбовки		4
Строительные краны	Грузоподъемность 7 – 10 т	1
Водооткачивающий насос	Производительность 120 м3/час	1
Лебедка монтажная	Q = 1…10 т	1
Электростанция передвижная	Мощность 4 кВт	1
Вибраторы		2
Электросварочные аппараты		2
Компрессор		1
Автомобили	Грузоподъемность 8 т - 12 т	4

Марку кранов, машин, механизмов, транспортных средств определить с

учетом фактического наличия перечисленных средств при привязке типового проекта к конкретной стройплощадке.

~~11.8 Расчет продолжительности строительства~~

Согласно п. 3.7 Общих положений (СНиП РК 1.04.03-2008 часть 1 стр. 4) принимается метод экстраполяции исходя из имеющихся в нормах минимальной мощностей 0,7 тыс. м3/сутки продолжительностью 9 мес. (СНиП РК 1.04.03-2008 часть II стр.112).

Доля уменьшения мощности составит:

$$(0,7-0,1/0,7)x100 \approx 85,71\% .$$

Уменьшение нормы продолжительности строительства равно:

$$85,71x0,3=25,71\%$$

Продолжительность строительства с учетом экстраполяции будет равна:

$$T=9x(100-25,71/100) = 6,69 \text{ мес.} \approx 7 \text{ мес.}$$

12 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основными источниками потенциального воздействия на окружающую среду проектируемых биопрудов при их нормальной эксплуатации являются, в т.ч.:

- на атмосферный воздух: выхлопные газы строительных машин и механизмов во время строительства;

- на водные ресурсы: хозяйственно-бытовые сточные воды (сети и сооружения канализации);

- на почвы и грунты: земляные работы, складирование материалов;

- подземные воды: дренирование возможных разливов сточных вод.

Кроме этого, при работе двигателей строительных машин и механизмов, автотранспорта на окружающую среду будет оказываться шумовое воздействие.

По длительности указанные виды воздействий являются кратковременными, ограниченными расчетным сроком проведения работ по реконструкции сооружений или ликвидации аварийных ситуаций, по границам воздействия – локальными, ограниченными пространством ведения работ, по воздействию на окружающую среду – прямое.

Виды отходов и их утилизация

В процессе очистки сточных вод образуются следующие виды отходов:

- отбросы, снимаемые с решетки, расположенной в колодце на подающем трубопроводе, собираются в специальные контейнеры и по мере накопления вывозятся на полигон бытовых отходов;

- удаление осадка происходит по мере его накопления в отстойной карте, регулярное наблюдение за состоянием которой должно осуществляться дежурным персоналом в соответствии с утверждённым регламентом эксплуатации биопруда. Необходимость в проведении подобных операций (по многочисленным практическим наблюдениям) возникает в среднем через 5-10 лет эксплуатации этого сооружения.

Для периодического удаления накопившегося осадка из выбранной отстойной карты одна из двух параллельных секций биопруда выключается из работы путём закрытия соответствующего шибера в перепускном колодце, после чего обезвоживается путём удаления воды при нулевой отметке заборной стенки в шахтных переливах.

После этого поверхность осадка подсушивается на открытом воздухе (работы проводятся в тёплую сухую погоду). Осадок снимается бульдозером и складируется в кучи, затем перемещается по откосу, грузится в автотранспортные средства и вывозится в места, отведенные для его утилизации. Технические характеристики бульдозеров позволяют спускаться и подниматься по откосу биопруда 1:2 (27 град). В связи с этим съезд для очистки дна не требуется.

Для I и II климатических районов, в которых температуры воздуха более низкие и подсушивание осадка может быть увеличено по времени, возможно использование специализированных ассенизационных машин.

Оценка возможности возникновения и развития аварийной ситуации

Наиболее вероятной аварийной ситуацией может стать сброс неочищенных или недостаточно очищенных стоков в поверхностные воды, на рельеф местности в результате нарушения правил эксплуатации биопрудов, а также нарушения герметичности подводящих и отводящих трубопроводов.

Аварийные ситуации, влияющие на окружающую среду, могут возникнуть при эксплуатации или реконструкции проектируемого объекта в случае стихийного бедствия или пожара, а также несоблюдения техники безопасности. Для ликвидации аварийных ситуаций на очистных сооружениях привлекаются ремонтно-восстановительные бригады местного Водоканала.

Комплекс очистных сооружений спроектирован таким образом, чтобы имелась возможность выключать из работы любую из его параллельных секций на период времени, необходимый для проведения профилактического осмотра, ремонта или ликвидации возникшей аварии.

Для сохранения эффективности очистки стоков возможно на это время поднять уровень воды в картах другой секции выше проектного (до уровня воды 1 м).

В случае заиления подающих, отводящих или перепускных трубопроводов имеется возможность их промывки при помощи каналопромывочных машин с забором воды из ближайшего водоёма.

В результате предусмотренных мероприятий влияние возможных аварийных ситуаций на экологическую ситуацию будет незначительным из-за их относительной кратковременности. При обнаружении аварии она будет немедленно ликвидирована и произведен восстановительный ремонт.

Воздушная среда

Как свидетельствуют публикации и имеющийся опыт эксплуатации аналогичных объектов, произрастание высшей водной растительности на поверхности блоков биопруда исключает неприятный запах, присущий хозяйственно-бытовым сточным водам, уже на расстоянии 10 – 15 м от сооружений.

Поглощение и испарение влаги (транспирация) позволяет ВВР проводить эффективную очистительную работу в качестве биофильтров по изъятию из воды минеральных и органических загрязнений, их переработку с последующим включением в процессы метаболизма растений и микроорганизмов.

Согласно СН РК 4.01-03-2011 «Водоотведение. Наружные сети и сооружения» санитарно-защитную зону от биопрудов до границ зданий жилой застройки с учётом их перспективного расширения следует принимать шириною не менее 200 м.

Геологическая среда

При выполнении работ по строительству очистных сооружений все работы будут носить временный характер и не повлияют на состояние геологической среды. Развитие опасных геологических процессов (эрозия, оползни, подтопление и затопление территорий) не прогнозируется.

Водная среда

Комплекс очистных сооружений позволит исключить загрязнение неочищенными сточными водами окружающей природной среды, фильтрацию

в подземные горизонты, сброс и протекание их по открытой местности, и попадание в водные объекты.

После очистки и обеззараживания качество сточных вод будет доведено до показателей, отвечающих требованиям для сброса в водоемы.

Удаление бактерий из сточных вод

Главной причиной гибели патогенных микроорганизмов в условиях водной среды является выделение в окружающую среду продуктов жизнедеятельности сапрофитной микрофлоры (которая присутствует на стеблях, корнях ВВР) в виде токсинов, ферментов, лизинов, которые имеют антибиотические свойства в отношении к патогенной микрофлоре. Кроме того, водные растения выделяют в водную среду фитонциды, которые пагубно действуют на патогенную микрофлору, чем оказывают содействие улучшению качества воды. Водные растения не только ускоряют процесс биологического окисления органических соединений, вытягивают избыточное количество минеральных солей, биогенных элементов и токсичных соединений, но и обеззараживают стоки от многих видов условно-патогенных и патогенных микроорганизмов.

В случае недостижения нормативных требований по бактериальным показателям, рекомендуется установить в последнем колодце дозировочный бачок, из которого в очищаемую воду будет поступать раствор хлорной извести для окончательного обеззараживания очищенных стоков.

Почва

На территории площадки строительства при производстве земляных работ почвенный слой подлежит снятию на глубину ~~0,5~~ 0.1 м с последующим использованием его при планировке верхней части откосов дамб обвалования.

Грунт на месте срезается скрепером, перемещается и укладывается в отвал.

Негативное воздействие на почвенный покров не ожидается как в настоящий момент времени, так и в дальнейшем.

13 Указания по привязке проекта

1. Биологические пруды по настоящему проекту (с естественной аэрацией стоков и круглогодичной эксплуатацией) предназначены для очистки неотстоенных бытовых сточных вод.

2. Сооружения предназначены для строительства в климатических зонах приведенных в таблице 1.1, со средней зимней температурой наружного воздуха минус 28°С.

3. Проект предназначен для строительства на нефильтрующих и слабофильтрующих грунтах.

При строительстве на сильнофильтрующих грунтах должна предусматриваться укладка противофильтрационного экрана.

4. Проектом не предусмотрены особенности строительства в условиях селей, оползней, осыпей, карстовых явлений и т.п.

5. Планы биопрудов, профили трубопроводов и основания под трубы, приведенные в проекте, являются демонстративно–примерными, и могут быть скорректированы по местным условиям.

6. Пруды следует располагать на местности с учетом ее рельефа таким образом, чтобы обеспечить баланс земляных масс на выемку и насыпь по объекту в целом. При этом допускается увеличивать перепады между отметками воды в смежных ступенях, а также выполнять часть карт полностью в выемке (без насыпных дамб). При формировании насыпных дамб производится укладка грунта небольшими слоями (толщиной до 0,2 м) с послойным тщательным его уплотнением.

7. Поскольку в пруды поступает неочищенная вода, при их применении следует учитывать влияние сооружения на подстилающие грунты (степень их заводнения, сопряжение с водоносными горизонтами, используемыми для хозяйственных целей и т.п.).

8. Санитарно-защитные зоны (разрывы) биопрудов должны приниматься (в соответствии с СН РК 4.01-03-2011) не менее 200 м.

9. В случае необходимости при сбросе в водоем производить обеззараживание очищенных стоков. Данное условие согласовывать с

местными органами Государственного санитарного надзора, а также с заинтересованными организациями, использующими очищенные сточные воды.

10. Количество секций (линий) биопрудов принято равное двум для возможности проведения необходимых профилактических или ремонтных работ.

11. Биологические пруды должны располагаться с подветренной (по отношению к жилой застройке) стороны господствующих в теплое время года ветров. Направление движения воды в пруду должно быть перпендикулярным этому направлению ветров.

12. Санитарную характеристику работ на биопрудах следует принимать по группе III в СНиП 4.01-03-2011

13. Внешнее электроснабжение (при необходимости) решается при привязке проекта.

14. В проекте предусмотрена высадка высшей водной растительности в последних картах биопруда. По согласованию с уполномоченными органами санитарно-эпидемиологического надзора возможно применение ВВР во всех картах биопруда, кроме первых.

15. Биопруды следует применять во всех климатических зонах при температуре сточной жидкости не ниже +10° С, при более низких температурах в I и II климатических районах следует предусмотреть отвод стоков в накопитель, из которого при благоприятном температурном режиме стоки направляются в биопруды. Накопитель в данных ТПР не предусматривается и разрабатывается по отдельному проекту.

16. При расчете сметной стоимости строительства биопруда приняты показатели самого большого по габаритам сооружения, рассчитанного на температуру 28^0С.

Использованная литература

1. СН РК 4.01-03-2011. Водоотведение. Наружные сети и сооружения.

2. ~~СНиП РК 2.04.-01-2010~~ СП РК 2.04–01–2017. Строительная климатология.

3. ГОСГРАЖДАНСТРОЙ. ЦНИИЭП инженерного оборудования. Методические рекомендации по проектированию биологических прудов. М., 1980.

4. Курганов А.М., Фёдоров Н.Ф. Справочник по гидравлическим расчётам систем водоснабжения и канализации. М., Лен. отд. СИ, 1973.

5. Яковлев С.В., Ласков Ю.М. Канализация. М., Стройиздат, 1987, 319 с.