ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
902-3-55.86

АЭРОАКСЕЛАТОР ДИАМЕТРОМ 24 м С ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ АЭРАЦИЕЙ СТОЧНЫХ ВОД

АЛЬБОМ I

Пояснительная записка

КФ 9390-01

gost.e-ecolog.ru

Привязан:

Инв. N

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОССТРОЯ СССР

Москва. А-445. Смольная ул. 22

Сдано в печать VIII 198X года

Заказ № 9190 Тираж 150 экз

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
902-3-55.86

АЭРОАКСЕЛАТОР ДИАМЕТРОМ 24 м С ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ АЭРАЦИЕЙ СТОЧНЫХ ВОД

АЛЬБОМ I

СОСТАВ ПРОЕКТА

I — Пояснительная записка
II — Технологические, строительные решения. Электрооборудование. Автоматизация и технологический контроль.
III — Изделия.
IV — Электротехническая часть. Задание заводу-изготовителю. (Из ТП 902-3-53.86)
V — Спецификации оборудования.
VI — Ведомости потребности в материалах.
VII — Сметы.

Разработан проектным институтом Укрводоканалпроект

Директор института Якименко В.Н.
Главный инженер института Писанко Н.В.
Главный инженер проекта Ковалев А.Г.
Начальник отдела Волошин М.Я.

Утвержден Госстроем СССР
протокол от 3.07.86 г № ИИ-19
и введен в действие
в/о „Союзводоканалниипроект"
приказ № 231 от 30.07.86 г

Привязан:

Инв. №

КФ 2.00-01 2

Содержание альбома

	Стр.
1. Общая часть	3
2. Технологическая часть	6
3. Нестандартизированное оборудование	18
4. Строительные решения	18
5. Электротехническая часть	22
6. Указания по привязке проекта	24

						ТП 902-3-55.86 –			ПЗ
Привязан			ГИП	Ковалев		Аэроакселатор диаметром 24 м	Стадия	Лист	Листов
			Нач.отд.	Валошин			Р	1	1
			Н.контр.	Трахтенберг					
			Рук.гр.	Глузман	25.06	Содержание альбома	Госстрой СССР Укрводоканалпроект Киев		
			Пров.	Глузман	86г				
Инв.№			Ст.инж.	Зингер					

КФ 9390-01 3

1. Общая часть.

Типовой проект аэроакселаторов диаметром 24м разработан по плану типового проектирования Госстроя СССР на 1985-1986 г.г. раздел 8. „Санитарно-технические системы и сооружения." п.8.1.3.4, в соответствии с заданием Главстройпроекта от 29 марта 1985 года, рекомендациями НИКТИ ГХ МЖКХ УССР и требованиями СНиП 2.04.03-85.

Принятые в проекте технология, оборудование, строительные решения, организация производства и труда соответствуют новейшим достижениям науки и техники в области очистки сточных вод.

Конструкция трубчатых аэраторов из пористых керамических труб, примененных в настоящем проекте принята по авторскому свидетельству СССР N 1174386(5) C02 F-3/22. от 06. 07. 1983 г. (ГПИ „Союзводоканалпроект")

1.1 Назначение и область применения.

Аэроакселаторы предназначены для полной биологической очистки бытовых и близких к ним по своему составу невзрывоопасных производственных сточных вод с концентрацией загрязнений в осветленных стоках после первичных отстойников по БПК полн. до 300 мг/л, по взвешенным веществам порядка 150 мг/л, температурой от 6 до 30°С и концентрацией водородных ионов (pH) в пределах 6 ÷ 8,5.

Аэроакселаторы диаметром 24м рекомендуется применять на станциях биологической очистки сточных вод производительностью от 25 до 50 тыс. м³ в сутки. Эффект очистки на канализационных очистных сооружениях с аэроакселаторами по БПК полн. 15-20 мг/л, по взвешенным веществам 15-20 мг/л, при нагрузке на активный ил от 0,2 до 1,0 $\frac{\text{кг БПК полн.}}{\text{кг ила}}$ в сутки.

Область применения проекта - вся территория СССР за исключением районов с вечномерзлыми и просадочными грунтами оснований, районов и площадок, где расчетная сейсмичность сооружений превышает 6 баллов, территорий подверженных карстообразованию и территорий, подрабатываемых горными выработками.

Климатические условия площадки строительства приняты следующие:

- Расчетная зимняя температура наружного воздуха минус 30°С;
- Вес снегового покрова - для III географического района;
- Скоростной напор ветра - для I географического района.

Грунты и грунтовые воды неагрессивны по отношению к бетону.

Проект разработан для двух грунтовых условий:

- Необводненные грунты с нормативными характеристиками $\gamma = 28°$; $C = 0{,}02$ кгс/см²; $E = 150$ кгс/см²; $\gamma = 1{,}8$ тс/м³;
- Обводненные грунты с нормативными характеристиками в зоне обводнения: $\gamma = 21°$, $E = 150$ кгс/см²; $\gamma = 1{,}8$ тс/м²; $C = 0$;

выше уровня грунтовых вод $\gamma = 30°$; $E = 150$ кгс/см²; $\gamma = 1{,}8$ тс/м³.

Расчетный уровень грунтовых вод не должен превышать 2,7м над отметкой верха днища.

		Привязан	
Инв. №			
ГИП	Ковалев		ТП 902-3-55.86 - ПЗ
Нач. отд.	Белкин		
Н. контр.	Ковалев		
Гл. спец.	Плотник		Пояснительная записка
Гл. спец.	Шигаль		Стадия Р; Лист 1; Листов
Рук. гр.	Глузман		Госстрой СССР Укрводоканалпроект Киев
Рук. гр.	Мирский		

КФ 9390-01 4

1.2. Основные проектные решения, компоновка, принятые варианты и технологическая расчетная схема.

Аэроакселатор представляет собой комбинированное цилиндрическое сооружение, в котором сблокированы аэротенк-смеситель и вторичный отстойник. В центральной части располагается аэротенк (зона аэрации), а по периферии отстойник (зона отстаивания). Осветленные сточные воды после узла механической очистки, в зоне аэрации подвергаются биохимическому окислению. Подаваемый воздух обеспечивает циркуляцию жидкости в этой зоне и подсос иловой смеси из циркуляционной зоны отстойника. Благодаря внутренней рециркуляции между зонами аэрации и отстаивания, не требуется внешней системы возврата активного ила (иловых насосных станций, илопроводов, каналов и т.д.) Особенность технологической схемы аэроакселатора состоит в том, что потоки иловодяной смеси и возвратного активного ила разобщены: иловодяная смесь из аэрационной в циркуляционную зону отстойника поступает через регулируемые переливные окна, а возврат активного ила в аэрационную зону происходит через придонную кольцевую щель.

Рециркуляция между зонами осветления и аэрации происходит за счет разности плотностей иловой смеси, возникающей при подаче воздуха в нижнюю часть зоны аэрации через кольцевой дырчатый трубопровод. Интенсивность обмена между зонами аэрации и осветления может изменяться путем регулировки подачи воздуха в придонную кольцевую щель. Рециркуляция между зонами отстаивания и аэрации позволяет поддерживать оптимальный кислородный режим и осуществлять интенсификацию процесса окисления органических веществ в сооружении. Преимуществом этих сооружений является: исключение перекачки активного ила, улучшение вследствие этого жизнедеятельности микроорганизмов, отказ от регенерации активного ила, устойчивая работа, во всем диапазоне нагрузок по органическому веществу (БПК$_{полн.}$) на грамм активного ила, саморегулирование и стабилизация процесса очистки сточных вод.

В составе проекта разработана группа аэроакселаторов из 4-х единиц, включая распределительную катеру и катеры выпуска ила. При привязке проекта данную группу рекомендуется принять за основу компоновки любого количества аэроакселаторов. В зависимости от необходимого числа эксплуатационных единиц аэроакселаторов допускается применение неполных групп, причем количество их, в соответствии с требованием СНИП 2.04.03-85 п.6.58, должна быть не менее трех при условии, что все аэроакселаторы являются рабочими. В этом случае рекомендуется диаметры трубопроводов и распределительную катеру сохранять по типовому проекту без изменений, учитывая возможность последующего развития канализационных очистных сооружений.

Привязан

Инв. №

Проектом разработаны:

- аэроакселатор с пневмотехнической аэрацией сточных вод и ручным выпуском избыточного активного ила;
- аэроакселатор с пневматической аэрацией сточных вод, ручным выпуском избыточного активного ила и системой пеногашения.

Кроме того в проекте предусматривается автоматический выпуск избыточного активного ила.

Выбор метода удаления избыточного ила ружения решается при привязке проекта.

Окончательный выбор аэроакселатора и способа аэрации сточных вод должен быть обоснован технико-экономическим сравнением с обычной схемой биологической очистки сточных вод. (аэротенки-отстойники с принудительной циркуляцией активного ила, аэротенки-осветлители, аэротенки плюс вторичные отстойники и т.д.)

Оптимальные размеры аэроакселатора - диаметр зоны аэрации, площадь зоны отстаивания - определены из условий принятой дозы активного ила 2,0-4,0 г/л, гидравлической нагрузки на слой взвешенного осадка 2,0-0,95 $м^3/(м^2 ч)$ и удельной скорости окисления загрязнений 22-18,5 $\frac{мг БПК_{полн}}{г ила \cdot час}$.

При этих условиях обеспечивается время аэрации сточных вод равное 2,82-4,43 часа

Технологическая расчетная схема аэроакселаторов с пневматической аэрацией сточных вод.

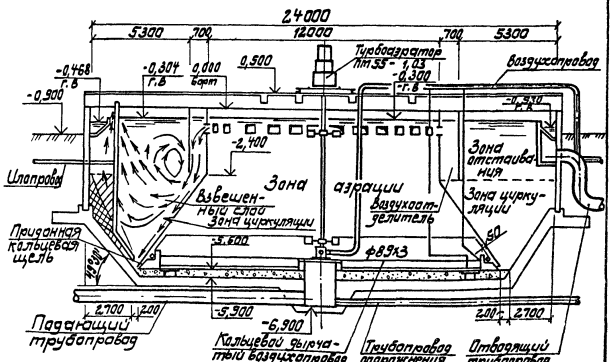

Рис. 1

Привязан					
				ТП 902-3-55.86 - ПЗ	Лист 3
Инв. N					

КФ 9390-01 6

Технологическая расчетная схема с пневматической аэрацией сточных вод

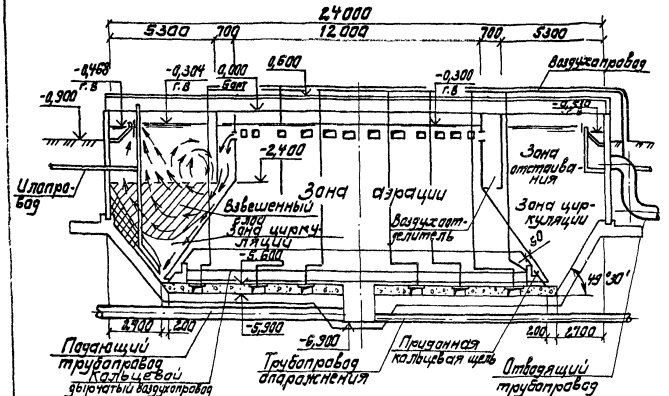

Рис. 2

Основные показатели сооружения и их характеристика приведены в таблице 1.1

Табл. 1.1

Общий объем, м³	Объем над гориз. м. воды, м³	Гидравлический объем м³	Объем зоны аэрации, м³	Объем зоны отстаивания, м³	Объем зоны циркуляции, м³	Объем воздухоотделителя, м³	Объем зоны реакции, м³	Объем бетона в зоне аэрации, м³
2305,0	135,6	2169,4	812,8	653,5	630,9	58,6	1502,3	13,6

Объем зоны реакции состоит из зоны аэрации, зоны циркуляции и объема воздухоотделителя.

1.3. Основные технико-экономические показатели проекта

Основные технологические и технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 1,2. Согласно заданию в качестве аналога принят повторно-применяемый рабочий проект аэроакселаторов, разработанный в 1978 г.

2. Технологическая часть

2.1. Схема движения воды, принцип действия, высотная схема расположения сооружений.

Сточные воды после узла сооружений механической очистки по подающему трубопроводу поступают в распределительную камеру оборудованную незатопленными водосливами с широким порогом. Последние обеспечивают равномерное распределение потока между группой аэроакселаторов. Из распределительной камеры осветленные сточные воды поступают в нижнюю часть зоны аэрации, куда подается воздух, что обеспечивает процесс биохимического окисления загрязнений, а также создает циркуляционное движение жидкости в этой зоне и подсос иловой смеси из циркуляционной зоны отстойника. Из зоны аэрации иловая смесь через затопленные переливные окна поступает в воздухоотделитель и далее в циркуляционную зону отстойника. Значительная часть иловой смеси через приданную кольцевую щель возвращается

Привязан

Инв. №

Типовые

Таблица 1.2

Наименование показателей	Единица измерения	Пневмотехническая аэрация сточных вод		Пневматическая аэрация сточных вод		Примечание
		Показатели				
		Разработанного проекта	Проекта, принятого в качестве аналога	Разработанного проекта	Проекта, принятого в качестве аналога	
Расчетная производительность	тыс. м³/сут	2,5-50	2,5-50	2,5-50	2,5-50	
Численность работающих	чел	5	5	5	5	
- в том числе рабочих	чел	5	5	5	5	
Сметная стоимость (общая)	тыс.руб	309,6-495,4	342,5-616,5	277,1-443,4	317,9-572,2	
- строительно-монтажных работ	тыс.руб	256,6-410,5	327,6-589,6	242,4-387,9	313,7-564,6	
- оборудования	тыс.руб	53,0-84,9	14,9-26,9	34,7-55,5	4,2-7,6	
- общая на расчетную единицу (1м³/сут)	руб	12,38-9,91	13,70-12,33	11,9-8,87	12,71-11,44	
Годовые эксплуатационные затраты	тыс.руб.	117,7-209,1	127,2-226,1	117,5-215,4	144,9-237,8	
- себестоимость очистки 1м³ сточных вод	коп	1,29-1,15	1,39-1,24	1,29-1,18	1,59-1,30	
Приведенные затраты	тыс.руб	164,1-283,4	178,6-318,6	153,1-281,9	192,6-313,6	
- на расчетную единицу (1м³ стоков)	коп	1,80-1,55	1,96-1,75	1,74-1,55	2,11-1,73	
Годовой экономический эффект	тыс.руб	14,5-35,2	—	33,5-41,7	—	
Строительный объем сооружений на расчетную производительность	м³	1152,5-18440	14050-252,90	1152,5-18440	14050-252,90	2,810м³ объем 1шт
Площадь застройки 4шт - 4100м²	м²	512,5-82,00	512,5-922,5	512,5-82,00	5125-922,5	Аналога 2,305м³ объем 1шт данного проекта
Трудозатраты построенные	ч-час	29,538-472,60	37,938-682,88	28,750-460,00	36,591-658,65	
- на расчетную единицу (1м³ стоков)	ч-час	1,18-0,95	1,52-1,37	1,15-0,92	1,46-1,17	
- на 1млн. руб. строительно-монтажных работ	ч-час	95401-95398	110771-110771	103736-103749	115113-115113	
Расход строительных материалов:						
- цемент, приведенный к м400	т	44,56-713,0	67,0,0-12,06,0	39,1,6-62,6,5	54,3,9-87,9,0	
- металл (сталь приведенная к марке стали С38/23)	т	15,7,5-2,53,8	2,53,8-4,67,6	14,6,8-23,2,2	23,1,6-41,7,0	
- лесоматериалы (приведены к круглому лесу)	м³	12,6,4-2,02,2	15,7,5-28,3,5	12,3,0-19,6,8	15,0,8-27,1,4	
- кирпич	тыс.шт	0,62,5-1,00	0,62,5-1,12,5	0,62,5-1,00	0,62,5-1,12,5	
Расход электроэнергии: - потребная электрическая мощность	кВт	32,5,5-63,2,6	35,2,6-63,4,7	33,8,2-65,2,8	43,6,0-78,4,9	
Годовой расход активной электроэнергии	тыс.квт.ч/год	2,8,5,1-5,5,4,2	3,0,8,9-5,5,6,0	2,9,6,2-5,9,5,6	3,8,2,0-6,1,6,9	

Привязан

Инв.№

ТП 902-3-55.86 - ПЗ

Лист 5

КФ 9390-01 8

часть иловой смеси через придонную кольцевую щель возвращается в зону аэрации, а отводимые очищенные сточные воды через слой взвешенного осадка поступают в отстойную зону, откуда через круговой сборный лоток удаляются из сооружения. Поддержание слоя активного ила во взвешенном состоянии обеспечивается соответствующей степенью рециркуляции иловой смеси путем регулировки площади переливных окон и подачи воздуха через дырчатый кольцевой воздухопровод уложенный в придонной кольцевой щели. Интенсивная циркуляция активного ила между зонами обеспечивает необходимую степень его регенерации. Переливные окна рассчитываются из условия 5-10кратной циркуляции расхода иловой смеси при скорости движения 0,1-0,2 м/с.

Дырчатый кольцевой трубопровод рассчитывается из условий подачи воздуха 3-8 м³/ч на 1 п.м. его длины.

Высотное расположение сооружений в группе аэроакселаторов определено путем гидравлического расчета подводящих и отводящих систем.

Отметка борта сооружения принята на 0,3 м выше планировочной отметки земли. Планировочная отметка земли определяется при привязке проекта в зависимости от решений общей высотной схемы канализационных очистных сооружений.

2.2. Расчет аэроакселаторов.

В основу технологических расчетов и конструирования аэроакселаторов положены указания СНИП 2.04.03-85, рекомендации НИКТИ ГХ МЖХ УССР, ВНИИ ВОДГЕО, а также данные опыта эксплуатации действующих сооружений.

Определяющими параметрами приняты:

среднечасовой расход сточных вод в часы максимального притока, объем зоны реакции, БПК полн., доза активного ила, удельная скорость окисления загрязнений и период аэрации сточных вод.

Все данные и расчетные формулы приведены в таблицах 2.1, 2.2 и 2.3. Индексы расчетных формул приняты в соответствии со СНИП 2.04.03-85 без расшифровки.

2.3. Схема удаления избыточного активного ила.

Избыточный активный ил удаляется из циркуляционной зоны или непрерывно эрлифтом через бачек с треугольным водосливом или периодически под гидростатическим давлением через специальный трубопровод, оборудованный электрифицированной задвижкой (автоматический выпуск ила). Избыточный активный ил выпускается в иловые карты. При непрерывном выпуске избыточного ила расход его измеряется на треугольном водосливе. При автоматическом выпуске избыточный ил выпускается поочередно из каждого аэроакселатора.

Продолжительность выпуска избыточного ила зависит от его количества и уточняется при привязке проекта или устанавливается опытным путем при эксплуатации.

Прирост активного ила в аэроакселаторах определен по СНИП 2.04.03-85, влажность ила принята равной 99,6%.

Расчетный расход избыточного активного ила удаляемого из группы аэроакселаторов приведен в таблице 2.5.

Выбор того или другого метода удаления избыточного ила решается при привязке проекта.

2.4. Схема опорожнения сооружений.
Для опорожнения аэроакселатора из центрального приямка предусмотрена отводящая труба диаметром 250 мм, рассчитанная на опорожнение емкости в течение 6 часов. Сброс сточных вод рекомендуется осуществлять в общую сеть опорожнения сооружений.

2.5. Аэрационные устройства.
2.5.1. Пневтомеханическая аэрация.
Аэрация иловой смеси осуществляется турбоаэратором марки АТП 1, изготавливаемым ПО „Укркоммунтяжмаш", г. Киев, (письмо ПО „Укркоммунтяжмаш" N 2.301/76 от 01.04. 1986 г.) или пневтомеханическим аэратором марки ПМ55-1.03, изготавливаемым заводом „Химмаш" г. Глазов (письмо завода „Химмаш" N 12/8647 от 26.12. 1984г.). Применение того или другого аэратора решается в каждом конкретном случае при привязке проекта.
Указанные турбоаэраторы устанавливаются на специальные рамы.
Согласно данным заводов-изготовителей производительность турбоаэраторов по кислороду воздуха составляет:
АТП1-51,1кг/(02·час), мощность электродвигателя 22 квт
ПМ55-1,03-130,0 кг/(02·час), мощность электродвигателя 55квт.
При установке пневтомеханического турбоаэратора марки ПМ55-1,03 к последнему подводится сжатый воздух в количестве 1300 м³/ч.
Недостающее количество кислорода воздуха, для аэрации стоков, покрывается за счет сжатого воздуха, подаваемого через мелкопузырчатые аэраторы, из пористых керамических пластин или труб.

Количества механических или пневтомеханических аэраторов определяется по СНИП 2.04.03-85 с учетом их производительности по кислороду воздуха при нормальных условиях:

$$N_{ma} = \frac{q_o \cdot (L_{en} - L_{ex}) \cdot W_{at}}{1000 \cdot K_T \cdot K_3 \cdot \left(\frac{C_a - C_o}{C_a}\right) t_{at} \cdot Q_{ma}} \quad (1)$$

где Wat - объем зоны аэрации, равный 812,8 м³
Qma - производительность турбоаэратора по кислороду, АТП1-51,1 кг/г, ПМ55-1,03-130кг/(02·г) паспортным данным
tat - продолжительность обработки сточных вод в зоне аэрации
Остальные параметры в формуле следует принимать по СНиП 2.04.03-85.

2.5.2. Пневматическая аэрация.
При этом варианте в зоне аэрации предусмотрена устройства мелкопузырчатых аэраторов из пористых керамических пластин или труб, общее количество которых определено, исходя из удельного расхода сжатого воздуха 80-120 л/мин. на одну пористую керамическую трубу или пластину.
Расчетный расход воздуха, приведенный к нормальным условиям, подаваемый в зону аэрации, определен по формуле

$$Q_{возд} = q_{air} \cdot Q \ м^3/ч \quad (2)$$

Нормальным условиям соответствует атмосферное давление воздуха P_H = 760 мм.рт.ст. или P_H=1,033кг/см² и температура 20°С.

Привязан

Инв.№

При этих параметрах расход сжатого воздуха равен

$$Q_{сж.возд} = 0{,}714\ Q_{возд},\ м^3/г \quad (3)$$

(справочник проектировщика „Канализация населенных мест и промпредприятий", Москва, Стройиздат 1981г. Табл. 28,4)

Расчетный расход воздуха на группу аэроакселаторов приведен в таблицах 2.2.2,3 ; 2.4 .

Потребный напор воздуха в системе воздухопроводов на группу аэроакселаторов должен быть равным

$$Р_{изб.} = 0{,}65\ кгс/см^2$$

$$Н_{возд} = h_{возд.ст} + h_{ст} + h_{п} + h_{ф} + h_{изм} + h_{изб},\ м \quad (4)$$

Где – $h_{возд.ст}$, потеря напора в воздуходувной станции, 0,15м

– $h_{п}$, потеря напора в воздухопроводе, 0,10–0,15м

– $h_{ст}$, столб жидкости, который необходимо преодолеть воздуху, 5,3 м .

– $h_{ф}$, потеря напора в фильтросах , 0,7м (СНИП 2.04.03-85 п.5.34)

– $h_{изм}$, потеря напора в измерительном устройстве, 0,10–0,15м

– $h_{изб}$, избыточное давление в воздухопроводе ; 0,05м

$$H = 0{,}15 + 5{,}3 + 0{,}12 + 0{,}7 + 0{,}12 + 0{,}05 = 6{,}45\ м.вод.ст$$

Для подачи воздуха с таким давлением рекомендуется применять воздуходувки ТВ-80-1,8 М.

2.5.3. Подача и распределение воздуха.

Для подачи сжатого воздуха в аэроакселаторы предусмотрена система, состоящая из магистральных и распределительных воздухопроводов, от которых отходят ответвления к аэраторам .

Воздухопроводы укладываются по верху обслуживающего мостика на неподвижные и скользящие опоры .Для компенсации температурных удлинений воздухопровода используются углы поворотов, а на прямых участках применяются однолинзовые компенсаторы .

Размещение неподвижных и скользящих опор, компенсаторов приведена на схемах воздухопроводов .

Количества рядов мелкопузырчатых аэраторов для пневмомеханической или пневматической аэрации устанавливается по таблице 2.6.

Скорость движения сжатого воздуха для магистральных и распределительных воздухопроводов принята 15-20 м/с, для ответвлений к аэраторам 4-10м/с. / „Рекомендации по расчету воздухопроводов канализационных очистных сооружений". Союзводоканалпроект 1974г)

2.5.4. Гидравлический расчет подводящей и отводящей системы аэроакселаторов .

В соответствии с требованием СНИП 2.04.03-85 п 6.14 гидравлический расчет подводящей и отводящей системы произведен с коэффициентом 1,4 .

Согласно данным приведенным в таблицах 2.1 и 2.2 расчетный расход с учетом коэффициента 1,4 составляет :

при БПК полн. 100 мг/л – $52{,}3\ м^3/г \cdot 1{,}4 = 73{,}2\ м^3/г$ или 20,3 л/с

при БПК полн. 300 мг/л – $39{,}3\ м^3/г \cdot 1{,}4 = 55{,}2\ м^3/г$ или 15,4 л/с

За исходную условную отметку 0.000 приняты отметка верха борта аэроакселатора. Потери напора на местные сопротивления определялись по формуле

$$h = \frac{\xi}{f^2} \cdot \frac{\gamma v^2}{2g} \quad (5)$$

Расчеты подводящей и отводящей систем приведены в таблице 2.7.

2.6. Расчет переливных окон и приданной кальцевой щели .

Затопленные переливные окна рассчитаны по максимальному расходу из условий 5÷10 кратной циркуляции иловой смеси со скоростью 0,2–0,1 м/с . Площадь переливных окон определяется по формуле

$$\Sigma f = \frac{q_ц \cdot q}{V},\ м^2 \quad (6)$$

Где : $q_ц$ – кратность циркуляции иловой смеси,

принята равной 6

q - максимальный часовой расход, равен 523 м³/ч или 0,145 м³/с.

Количество переливных окон размером 0,55×0,3 м принято 25 шт.

Суммарная площадь этих окон будет:

$$\Sigma f = (0,55 \times 0,3) \cdot 25 = 6,37 \text{ м}^2 \qquad (7)$$

При этой площади действительная скорость в переливных окнах при 8-кратной циркуляции будет:

$$V = \frac{8 \cdot 0,104}{6,37} = 0,131 \text{ м/с} \qquad (8)$$

Расчет придонной кольцевой щели производится по циркулирующему расходу иловой смеси. Циркулирующий расход, исходя из условий поддержания ила во взвешенном состоянии и создания аэробной обстановки для жизнедеятельности микроорганизмов активного ила - принимается 4-кратным

$$Q_{цирк} = W_{ил} \cdot 4, \text{ м}^3/\text{ч} \qquad (9)$$

Где: $W_{ил}$ - объем ила в циркуляционной зоне, равен 631 м³, тогда

$$Q_{цирк} = 631 \cdot 4 = 2524 \text{ м}^3 \qquad (10)$$

При скорости движения иловой смеси 20-30 см/с площадь придонной кольцевой щели равна

$$f_{щ} = \frac{2524}{0,25 \cdot 3600} = 2,810 \text{ м}^2 \qquad (11)$$

Диаметр окружности щели 18,2 м принят конструктивно, исходя из угла наклона стен аэрационной зоны. Тогда длина окружности щели равна

$$L_{щ} = 2 \cdot 3,14 \cdot 9,10 = 57,20 \text{ м} \qquad (12)$$

а ширина щели будет

$$h_{щ} = 2,810 : 57,20 = 0,0486 \text{ м} \qquad (13)$$

Принимаем ширину щели равной 50 мм

2.7. Пеногашение.

На случай образования пены при аэрации сточных вод запроектирована система пеногашения, которая предусматривается только для варианта пневматической аэрации. Для гашения пены приняты брызгалки центробежного типа диаметром 19 мм, которые располагаются над зоной аэрации на высоте 1,3 м над уровнем жидкости. Расстояние между брызгалками до 1,5 м. Система пеногашения рассчитана, исходя из нормы расхода воды 0,06 л/с м² поверхности зеркала воды и свободного напора перед брызгалками 15-16 м. вод. ст.

Расход воды через брызгалку определяется по формуле

$$Q_{бр} = \mu_3 \cdot f_0 \cdot \sqrt{2gH}, \text{ м}^3/\text{с} \qquad (14)$$

где: μ_3 - коэф. расхода, равный 0,34 принят по рекомендациям ВНИИ ВОДГЕО (сборник, Научные сообщения ВОДГЕО по очистке промстоков; 1973 г)

f_0 - площадь отверстия брызгалки, м²

H - напор перед брызгалкой, м

Трубопроводы системы пеногашения рассчитаны на скорость 1,0-1,5 м/с. Расход воды на 1 аэратор-селатор - 7,0÷10 л/с, на группу из 4 шт - 28÷40 л/с.

Для пеногашения может быть использована осветленная жидкость после первичных отстойников.

При проектировании системы пеногашения необходимо исходить из следующих рекомендаций ВНИИ ВОДГЕО:

- система пеногашения должна работать периодически
- одновременно гашение пены должна производиться не более, чем на 1/3 от общего количества аэраторов-селаторов.

Таблица подбора аэроакселаторов

Табл. 2.1

Производительность очистных сооружений, тыс. м³/сут	Расходы сточных вод: Средний м³/ч	Расчетн. м³/ч	л/с	Средний час в часы макс. притока %	Количество рабочих единиц, шт: Концентрация загрязнений в осветленных стоках по БПК полн, мг/л: 100	150	200	250	300	Расчетный расход на 1шт, м³/ч: 100	150	200	250	300
25,0	1042	1595	443	6,38	3	3	4	4	5	532	532	399	399	319
32,0	1333	2035	565	6,36	4	4	5	5	6	509	509	407	407	339
40,0	1667	2528	702	6,32	5	5	6	6	7	506	506	421	421	361
50,0	2083	3140	872	6,28	6	6	7	8	8	523	523	449	393	393

Вариант пневмомеханической аэрации.
Таблица расходов воздуха на группу аэроакселаторов

табл. 2,3

Наименование оборудования	Производительность очистных сооружений, тыс. м³/сут	Расход воздуха, нм³/ч: Концентрация загрязнений по БПК полн, мг/л: 100	150	200	250	300
Турбоаэратор марки АТП1	25,0	1431	3387	4832	6664	7980
Турбоаэратор марки ПМ55-1,03		6525	6525	8700	9320	11300
Турбоаэратор марки АТП1	32,0	1712	4208	6060	8560	10428
Турбоаэратор марки ПМ55-1,03		8700	8700	10875	11880	14406
Турбоаэратор марки АТП1	40,0	2110	5215	7660	10758	13237
Турбоаэратор марки ПМ55-1,03		10875	10875	13050	14886	17878
Турбоаэратор марки АТП-1	50,0	2748	5658	9821	13056	16912
Турбоаэратор марки ПМ55-1,03		13050	13050	15225	18368	22216

Вариант пневматической аэрации
Таблица расхода воздуха на группу аэроакселаторов

Табл. 2.4

Наименование оборудования	Производительность очистных сооружений, тыс. м³/сут	Расход воздуха, нм³/ч: Концентрация загрязнений по БПК полн, мг/л: 100	150	200	250	300
Воздуходувка	25,0	4146	6108	8328	10292	12525
То же	32,0	5336	7840	10595	13095	15870
То же	40,0	6635	9750	13092	16200	19586
То же	50,0	8178	12036	16163	20312	24176

Таблица расхода избыточного активного ила, удаляемого из группы аэроакселаторов

Табл. 2.5

Производительность очистных сооружений тыс. м³/сут	Общее количество избыточного активного ила по сухому т/сут: Концентрация загрязнений по БПК полн, мг/л: 100	150	200	250	300	Общий расход избыточного активного ила м³/сут: 100	150	200	250	300	Расход избыточного ила на 1шт, м³/сут: 100	150	200	250	300
25,0	3,75	4,12	4,50	4,85	5,25	940	1030	1125	1210	1320	313	343	281	302	264
32,0	4,80	5,27	5,76	6,25	6,72	1200	1320	1445	1560	1685	300	330	289	312	281
40,0	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	1500	1650	1800	1950	2100	300	330	300	325	300
50,0	7,50	8,25	9,00	9,75	10,50	1875	2060	2250	2450	2625	312	343	321	306	328

Количество аэроакселаторов определено по формуле

$$n = Q_{макс} \cdot t_{агт} / W_{з,р} \quad (15)$$

где - $t_{агт} = (Len - Lex)/a : (1-S) \cdot \rho$ (16)

- $W_{з,р} = 1502{,}3\ м^3$

Прирост активного ила определен по формуле

$$P_i = 0{,}8\, C_{cdp} + K_q\, Len \quad (17)$$

Привязан

Инв. №

ТП 902-3-55.86 - ПЗ

Лист 10

КФ 9390-01 13

Таблица технологических показателей на один аэрокоагулятор.

Табл. 2.2

NN п/п	Наименование показателей	Индекс формулы	Единица измерения	Производительность очистных сооружений, 25,0 тыс. м³/сут.					Производительность очистных сооружений, 32,0 тыс. м³/сут.					Производительность очистных сооружений, 40,0 тыс. м³/сут.					Производительность очистных сооружений, 50,0 тыс. м³/сут.					Расчетная формула
				Концентрация загрязнений по БПКполн, мг/л																			
				100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	
	I. Исходные данные:																							
1	Среднечасовой расход	$Q_{ср}$	$м^3/ч$	347	347	261	261	208	333	333	267	267	222	333	333	278	278	238	347	347	298	260	260	$Q_{ср}=1042:n; Q_{ср}=1333:n$
2	Среднечасовой расход в часы максимального притока	$Q_{расч}$	$м^3/ч$	532	532	399	399	319	509	509	407	407	339	506	506	421	421	361	523	523	443	393	393	$Q_{ср}=1667:n; Q_{ср}=2083:n$ $Q_{расч}=\sum Q_{расч.}:n$
3	Расчетный расход	$Q_{расч.}$	л/с	148	148	111	111	89	141	141	113	113	94	141	141	117	117	100	145	145	125	109	109	$Q_{расч.}=Q_{расч.}:3,6$
4	Концентрация взвешенных веществ после узла механистки	C_{cdp}	мг/л	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
5	Концентрация взвешенных веществ в очищенных стоках	C_{cdp}	мг/л	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
6	Концентрация загрязнений по БПКполн в очищенных стоках	L_{ex}	мг/л	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
7	Объем зоны реакции	$W_{з.р.}$	$м^3$	1504,3	1502,3	1504,3	1502,3	1504,3	1504,3	1504,3	1504,3	1502,3	1504,3	1502,3	1502,3	1504,3	1502,3	1504,3	1504,3	1504,3	1504,3	1504,3	1504,3	1574,3	
8	Площадь зоны отстаивания	$F_{з.отс.}$	$м^2$	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	339,1	
	II. Расчетные данные:																							
9	Фактическая гидравлическая нагрузка	$q_{тзф}$	$\frac{м^3}{м^2 \cdot ч}$	1,57	1,57	1,18	1,18	0,94	1,50	1,50	1,20	1,20	1,00	1,49	1,49	1,24	1,24	1,06	1,54	1,54	1,32	1,16	1,16	$q_{тзф}=q_{макс}:F_{отс}$
10	Период аэрации стоков	t_{atm}	ч	2,82	2,82	3,77	3,77	4,71	2,95	2,95	3,69	3,69	4,43	2,97	2,97	3,57	3,57	4,16	2,87	2,87	3,35	3,82	3,82	$t_{атм}=W_{з.р.}:q_{макс}$
11	Доза активного ила фактическая	a_i	г/л	2,04	3,50	3,58	4,82	4,64	1,93	3,33	3,74	4,95	5,00	1,93	3,30	3,80	5,25	5,40	2,00	3,43	4,20	4,83	6,10	$a_i=(L_{en}-L_{ex})t_{atm}/(s_i)\cdot\rho$
12	Нагрузка на активный ил	q_i	мгБПК/г·сут	5076	4680	4704	4416	4478	5112,0	4716	4536	4411,2	4404	5088	4728	4668	4298	4308	4632	4507	4368	4493		$q_i=24(L_{en}-L_{ex})/a_i(s_i)\cdot t_{atm}$
13	Иловый индекс	J_i	$см^3/г$	100	89	90	87	87,5	100	90	88	87	87	100	91	89	83	83	100	90	87,5	86,5	81	по табл. 4 СНиП 2.04.03-85
14	Параметр	$a_i J$	$г/л \cdot см^3/г$	204	311,5	322,2	413,3	406	193	299,7	329,1	430,7	435,0	193	300,3	338,2	435,8	448,2	200	308,7	367,5	330,3	494,1	
15	Удельная скорость окисления	ρ	мгБПК/г·ч	21,15	19,50	19,60	18,45	18,66	21,30	19,65	19,15	18,38	18,35	21,20	19,70	19,45	17,91	17,45	21,20	19,55	18,78	18,20	17,47	$R_{\rho max}=\frac{L_{en}-L_{ex}}{a_i \cdot t_{atm}}\cdot\frac{C_0+K_e(C_0+K_e L_{en})}{1+K_e t_{atm}}$
16	Допустимая гидравлическая нагрузка	q_{ms}	$\frac{м^3}{м^2 ч}$	3,30	1,75	1,65	1,10	1,15	3,20	1,80	1,65	1,10	1,05	3,20	1,80	1,60	1,10	1,00	3,30	1,75	1,35	1,70	0,85	по табл. 45 СНиП

Привязан

Инв. №

ТП 902-3-55.86 - ПЗ

Лист 11

КФ 9390-01 14

Продолжение табл. 2.2

NN п/п	Наименование показателей	Индекс формулы	Единица измерений	Производительность очистных сооружений, 25,0 тыс. м³/сут					Производительность очистных сооружений, 32,0 тыс. м³/сут					Производительность очистных сооружений, 40,0 тыс. м³/сут					Производительность очистных сооружений, 50,0 тыс. м³/сут					Расчетная формула
				Концентрация загрязнений по БПК полн, мг/л																				
				100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	
	III. Вариант пневмотехнической аэрации																							
17	Потребность в кислороде воздуха	O_2 ст.в	кг/ч	70,8	112,4	115,0	146,7	142,2	67,7	107,5	117,8	149,6	151,2	67,3	106,9	121,9	154,8	161,0	69,6	110,5	130,0	144,5	175,2	$Q_{2\,ст.в} = \frac{Q_{ст.в} \cdot q_0 (L_{en} - L_{ex})}{1000 K_1 K_2 (C_a - C_0)}$
18	Производительность турбоаэратора АТП/по кислороду воздуха	O_2 атп	кг/ч	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	по данным завода
19	Производительность турбоаэратора ПМ55-1,03 по кислороду воздуха	O_2 пм	кг/ч	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	по данным завода
20	Дефицит в кислороде воздуха	O_2 д	кг/ч	19,7 / —	61,3 / —	64,4 / —	95,6 / 16,7	91,1 / 12,2	16,6 / —	96,4 / —	66,7 / —	98,5 / 19,6	100,1 / 21,2	16,2 / —	55,8 / —	70,8 / —	105,7 / 24,8	109,9 / 31,0	18,5 / —	59,4 / —	78,9 / —	93,4 / 14,5	124,1 / 45,2	$O_2 д = O_{2\,ст.в} - O_2$ атп
21	Подача кислорода воздуха через дырчатую кольцевую трубу	O_2 к.т	кг/ч	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	$Q_{2\,кт} = \frac{Q_{ст.в} \cdot q_0 (L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_T K_3 (C_a - C_0)}$
22	Подача кислорода воздуха через пористые керамические плитки	O_2 пкп	кг/ч	12,9 / —	54,5 / —	59,6 / —	88,8 / 9,9	84,3 / 5,4	9,8 / —	49,6 / —	59,9 / —	91,7 / 12,8	93,3 / 14,4	9,4 / —	49,0 / —	64,0 / —	96,9 / 18,0	103,1 / 24,2	11,7 / —	42,6 / —	72,1 / —	86,6 / 7,7	117,3 / 38,4	$Q_{2\,пкп} = \frac{Q_{ст.в} \cdot q_0 (L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_T K_3 (C_a - C_0)}$
23	Подача воздуха – всего	Q норм.	Нм³/ч	477	112,9	12,08	1666	1596	42,8	1052	12,12	1712	1738	422	1043	1277	1793	1891	458	943	1403	1632	2114	$Q_{нор} = Q_{н.пм} + Q_{н\,пкп} + Q_{н\,кт}$
	в том числе:			2175	2175	2175	2330	2260	2175	2175	2175	2376	2401	2175	2175	2175	2481	2554	2175	2175	2175	2296	2777	
	- турбоаэратору ПМ55-1,03	Q пм	Нм³/ч	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	пос данным завода
	- через пористые керамич. плиты	Q пкп	Нм³/ч	202 / —	854 / —	933 / —	1391 / 155	1321 / 85	153 / —	777 / —	937 / —	1437 / 201	1463 / 226	147 / —	768 / —	1002 / —	1518 / 306	1616 / 379	183 / —	668 / —	1128 / —	1357 / 121	1839 / 602	$Q_{н\,пкп} = Q_{с.в\,пкп} \cdot q_{air}$
	- через дырчатую кольцевую трубу	Q д.к.т.	Нм³/ч	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	$Q_{н.кт} = Q_{ст.в\,кт} \cdot q_{air}$
	IV. Вариант пневматической аэрации																							
24	Подача воздуха – всего	Q нор	м³/ч	1382	2036	2082	2573	2505	1334	1960	2119	2619	2645	1327	1950	2182	2700	2798	1363	2006	2309	2539	3022	$Q_{нор} = Q_{н\,пкп} + Q_{н\,кт}$
	в том числе:																							
	- через пористые керамич. плитки	Q пкп	Нм³/ч	1107	1761	1807	2298	2230	1059	1685	1844	2344	2370	1052	1675	1907	2425	2523	1088	1731	2034	2264	2747	$Q_{н\,п.кп} = Q_{с.т.в\,пкп} \cdot q_{air}$
	- через дырчатую кольцевую трубу	Q д кт	Нм³/ч	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	$Q_{н\,кт} = Q_{ст.в\,кт} \cdot q_{air}$
25	Удельный расход воздуха	q_{air}	Нм³/м³	2,08	3,31	4,53	5,76	6,99	2,08	3,31	4,53	5,76	6,99	2,08	3,31	4,53	5,76	6,99	2,08	3,31	4,53	5,76	6,99	$q_{air} = \frac{q_0 (L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 K_T K_3 (C_a - C_0)}$

Примечание: В числителе приведены показатели для аэраторов АТП1, в знаменателе – ПМ55-1.03

$q_0 = 1,1$ мг O_2/мг БПК; $K_3 = 0,74$ при $K_1 = 1,95$ при $f/F = 0,425$; $f/F = 0,425$; $K_2 = 3,25$ при $h_a = 5,6$ м; $C_a = 11,57$ мг/л; $K_T = 1,0$; $C_0 = 2$ мг/л

Привязан

Инв. №

ТП902-3-55.86 - ПЗ

Лист 12

КФ 9390-01 15

Табл. 2.7

№№ п/п	Расчеты	Отметки в м: горизонты воды	Отметки в м: дна сооружения
1	2	3	4
	1. Подающая система (участок от распределительной камеры до аэрационного резервуара №4)		
	Расчет произведен в направлении обратного движения воды		
1	Отметка горизонта воды в зоне аэрации в соответствии с СНиП2.04.03-85 п. 6.69	-0,300	
2	Потери напора на выходе из трубы ф 500 при расходе 0,203 м³/с в резервуар $\xi = 1,0$ $V = 0,98$ м/с $h_1 = \xi \frac{V^2}{2g}$ $h_1 = 0,050$ м		
	- Потери напора в колене ф 500 $\alpha = 30°$ $Q = 0,203$ м³/с $\xi = 0,55$ $V = 0,98$ м/с $Q = 0,203$ м³/с $h_2 = 0,028$ м.		
	- Потери напора на повороте - отвод ф 500 $\alpha = 60°$ при $Q = 0,203$ м³/с; $V = 0,98$ м/с; $\xi = 0,37$ $h_3 = 0,019$ м		
	- Потери на входе в резервуар ф 500 $Q = 0,203$ м³/с; $V = 0,98$ м/с; $\xi = 0,5$; $h_4 = 0,028$ м		
	- Потери напора по длине трубопровода ф 500 при $\ell = 47,0$ м; $1000 i = 0,246$ м; $h_5 = 0,116$ м		
	- Сумма потерь в подающем трубопроводе $\Sigma h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 0,241$ м		
	Отметка горизонта воды в нижнем бьефе водослива с широким порогом в распределительной камере, равна		
	$-0,300 + 0,241 =$	-0,059	
3	Расчет водослива с широким порогом: Напор на водосливе определяется по формуле $H = \left(\frac{Q}{m \cdot b_c \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,203}{0,35 \cdot 1,57 \cdot 4,43} \right)^{2/3}$		

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4
	$H = 0,375$ м		
	где: m - коэф. расхода, равный 0,35		
	b_c - эффективная ширина водослива		
	$b_c = b - 0,1 \Sigma \beta_0 \cdot H$ $b_c = 0,57$ м		
	b - ширина водослива, равная 0,6м		
	n - число боковых сжатий $n = 2$		
	$\Sigma \beta_0$ - коэф. береговых устоев $\Sigma \beta_0 = 0,7$		
	Длина водослива принимается равной 2,15 величины напора на водосливе		
	$C_{водосл} = 2,15 \cdot 0,375 = 0,80$ м		
	что соответствует условию водослива с широким порогом $C > (2 \div 3)H$.		
	Отметка порога водослива		-0,120
	Горизонт воды в распределительной камере в верхнем бьефе водослива	0,255	
	Условия незатопляемости водослива с широким порогом $h_n \leq 1,25 h_{кр}$		
	где h_n - превышение горизонта воды в нижнем бьефе водослива над отметкой порога (Кисилев, п. 6.5 стр. 70)		
	$h_n = -0,120 - (-0,059) = -0,061$ м.		
	Критическая глубина на водосливе $h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$ $h_{кр} = 0,227$ м.		
	Запас на водосливе $z = h_{кр} - h_n = 0,227 - (-0,061) = 0,161$ м		
	Отметка горизонта воды на длине водослива	-0,102	
	$0,161 + (-0,059) =$		

Привязан:

Инв. №

ТП 902-3-55.86 - ПЗ

Лист 13

КФ 9390-01 16

Продолжение табл. 2.7

NN п/п	Расчеты	Оттетки в т: горизонта воды	Оттетки в т: дна сооружения
1	2	3	4
4	Потери напора в отверстиях затопленного типа /переливные окна/ определяются по формуле: $Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2g \cdot H_0}$		
	где: μ – коэф. расхода, равный 0,65		
	ω – площадь переливного окна – 0,255 m^2		
	$Q_{ед} = \frac{523 \cdot m^{3/2} \cdot 8}{25 \cdot 3600} = 0,047\ m^3/c$		
	где: 8 – кратность циркуляции		
	25 – количество переливных окон		
	H_0 – перепад уровней с учетом скоростного напора, в т		
	$H_0 = \frac{Q_2}{\mu^2 \cdot \omega^2 \cdot 2g} = \frac{0,047^2}{0,65^2 \cdot 0,255^2 \cdot 19,62} = 0,0041\ m$		
	Скорость подхода к переливным окнам при 8-кратной циркуляции иловой смеси		
	в зоне аэрации $V_0 = \frac{523 \cdot 8}{0,785 \cdot 12^2 \cdot 3600} = 0,0103\ m/c$		
	тогда: $H = H_0 - \frac{V^2}{2g} = 0,041 - \frac{0,0103^2}{19,62} = 0,004\ m$		
	где: 10,0 м диаметр зоны аэрации		
	Оттетка горизонта воды в зоне отстаивания будет	–0,304	
5	Напор на водосливе с треугольными вырезами $\alpha = 90°$ сборного кольцевого лотка аэроакселатора определен по формуле:		
	$q_{едн.} = 1,343 \cdot H^{2,47}$		
	$q_{едн.} = Q / Z \cdot n$		
	где: Q – максимальный расход стоков на одно сооружение, равный 0,203 m^3/c		
	n – число треугольных вырезов на 1 п.м длины водослива, равное 5		
	Z – длина водослива, равная 72,5 м.		

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4
	$q_{едн}$ – расход воды на 1 треугольный вырез, равный 0,56 л/с, на 1 м длины водослива приходится 2,80 л/с		
	$H^{2,47} = 0,00056 : 1,343$ $H = 0,0428\ m$		
	Оттетка ребра водослива – 0,304+(–0,0428)		–0,347
	2. Расчет сборного кольцевого лотка		
	Расчет произведен в направлении обратном движению воды.		
	Ширина лотка – 0,45 м		
	Наполнение в лотке перед входом в выпускную камеру аэроакселатора при пропуске 1/2 расхода и скорости 0,55 м/с будет 0,41 м.		
	Оттетка ребра водослива минус 0,347 м		
	Запас на свободный излив струи через ребро водослива 0,183 м.		
	Оттетка в лотке перед выпускной камерой	–0,530	–0,940
1	Потеря напора на трение по длине лотка $h_1 = 1,5 \cdot l \cdot i = 0,0047\ m$.		
	где: 1,5 поправочный коэф. на боковой слив струи в лоток		
	l – половина длины кольцевого лотка 37,1 м		
	i – единичные потери на трение $i = \left(\frac{n \cdot V^2}{R^{2/3}}\right)^2$ $i = 0,008$		

Привязан

Инв. №

ТП 902-3-55.86 – ПЗ

Лист 14

КФ 9390-01 17

Продолжение табл. 2.7

NN п/п	Расчеты	Отметки в м	
		горизонта воды	дна сооружения
1	2	3	4
	где: n - коэф. шероховатости, равный 0,014		
	V = 0,55 м/с при Q : 2 = 0,102 м³/с		
	и ω = 0,184 м²		
	R - гидравлический радиус		
	$R = \frac{в \cdot h}{в + 2h}$ в = 0,144 м		
	h - ширина лотка 0,45 м		
	h - наполнение в лотке 0,41 м		
2	Потеря напора на создание скорости		
	от $V_1 = 0$ до $V_2 = 0,55$ м/с		
	$h_2 \frac{V^2}{2g}$ $h_2 = 0,015$ м		
	Сумма потерь $\Sigma h = 0,0047 + 0,015 = 0,062$ м		
	Отметки в точке диаметрально		
	противоположной выпускной кювете	-0,468	-0,878
	Запас на свободный излив струи		
	водослива		
	$Z = 0,468 - 0,347 = 0,141$ м		

Таблица подбора мелкопузырчатых аэраторов из пористых керамических пластин и труб на один аэроакселатор

Табл. 2.6

Метод аэрации сточных вод	NN рядов аэраторов					Общая длина рядов аэраторов, м					Количество рядов аэраторов, шт				
	Концентрация загрязнений по БПК полн. мг/л														
	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
Пневтомеханическая аэрация с ЯТП-1	3	2	1+3	1+3	1+2+3	9,3	41,4	55,5	67,9	91,4	1	2	2	2	3
Пневтомеханическая аэрация с ТМ55-1В	—	—	—	3	2	—	—	—	9,3	41,4	—	—	—	1	1
Пневтатическая аэрация	2+4	1+2	1+2+3	1+2+3	1+2+3+4	49,1	86,8	101,5	113,3	137,5	2	2	3	3	4

Продолжение табл. 2.6

Метод аэрации сточных вод	Количество пористых керамических пластин, шт					Количество пористых керамических труб, шт				
	Концентрация загрязнений по БПК полн, мг/л									
	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
Пневтомеханическая аэрация с ЯТП-1	31	138	185	226	305	31	138	185	220	300
Пневтомеханическая аэрация с ТМ55-1В	—	—	—	31	138	—	—	—	31	138
Пневтатическая аэрация	164	290	338	378	457,5	164	290	330	370	450

Привязан

Инв. №

3. Нестандартизированное оборудование.

Механизм регулировки переливных окон состоит из металлоконструкций, поддерживающих и дефлекторных роликов, ручного привода. Металлоконструкция механизма представляет собой сваренную из уголкового проката обечайку, которая входит во внутрь аэрационной части аэроакселаторов. Верхняя часть обечайки опирается на поддерживающие ролики, благодаря чему она может перемещаться вокруг своей оси.

Против бокового смещения обечайки предусмотрены дефлекторные ролики.

В обечайке имеются металлические щитки, расположенные против регулируемых отверстий аэроакселаторов.

В этом случае регулируемые отверстия перекрыты. При повороте обечайки вокруг своей оси металлические щитки, смещаясь в сторону открывают отверстия. Расположение обечайки относительно регулируемых окон указывает стрелка на шкале.

Цена деления шкалы – 10 мм.

Ручной привод механизма представляет собой передачу винт-гайка и состоит из подпятника, винта и маховика, установленного на подъемной гайке.

Техническая характеристика механизма.

Количество перекрываемых окон	25
Размеры перекрываемых окон	850×300 мм
Количество поддерживающих роликов	16
Количество дефлекторных роликов	8
Диаметр роликов	75 мм
Привод	
Усилие передвижения	700 кг
Тип привода	ручной, винтовой
Ход	550 мм
Время полного хода	320 с
Диаметр маховика	640 мм
Наибольшее расчетное усилие на маховике	10 кг

Кроме механизма регулировки переливных окон в состав типового проекта входит следующее механическое оборудование; бачек избыточного ила с треугольным водосливом, эрлифт для удаления избыточного ила, центробежная брызгалка и другие детали. Назначение оборудования и места их установки приведены в технологическом разделе проекта.

4. Строительные решения.

4.1. Основные расчетные положения.

Аэроакселатор рассчитан на устойчивость, прочность и трещиностойкость согласно СНиП 2.03.01-84 „Бетонные и железобетонные конструкции", СНиП 2.03.04-85 „Канализация. Наружные сети и сооружения." Ширина раскрытия трещин от нормативных нагрузок не превышает 0,2 мм.

Расчетные схемы нагрузок приведены на чертежах.

Днище аэроакселатора рассчитано для неосваденных грунтов как плита на упругом основании.

Для осваденных грунтов горизонтальная часть днища, коническая часть и воротник рассчитаны на совместную работу с учетом пространственной схемы сооружения.

Наружные стены рассчитаны как элементы цилиндрической оболочки на двухсторонюю нагрузку при следующих условиях:

1) гидростатическое давление воды изнутри сооружения при отсутствии активного бокового давления грунта снаружи
2) активное боковое давление грунта с учетом временной нагрузки на его поверхности при пустом сооружении.

Вертикальная стена зоны аэрации является конструктивным элементом и на гидростатическое давление не рассчитывается. Лотки рассчитаны в продольном направлении как однопролетная балка с пролетом, равным длине лоткового элемента.

Все сборные элементы рассчитаны на монтажные нагрузки. Лестницы и площадки (за исключением площадки под турбоаэратор) рассчитаны на временную нормативную нагрузку 200 кгс/м² ограждения - на нормативную горизонтальную нагрузку 50 кг/м. Площадка под турбоаэратор рассчитана на полезную нагрузку от веса установки турбоаэратора 2,0тс с коэффициентами динамичности в соответствии со СНиП II-19-79 для вертикальных нагрузок β=3, горизонтальных η=2.

4.2. Конструктивные решения

Аэроакселатор представляет собой цилиндрическое емкостное сооружение диаметром 24м. Днище выполняется из монолитного железобетона толщиной 150мм для неводонасыщенных грунтов и 400мм для водонасыщенных. Для обеспечения устойчивости против всплывания в водонасыщенных грунтах по окружности днища предусмотрена устройство приямка шириной 1,0м.

Наружные стены аэроакселатора выполняются из сборных стеновых железобетонных панелей марки ПСУ по серии 3.900-3 вып. 5 со шпоночными стыками с последующим натяжением кольцевой высокопрочной арматурной проволоки с применением навивочной машины. До натяжения кольцевой арматуры должны быть замоноличены вертикальные стыки между стеновыми панелями. Прочность раствора замоноличивания к моменту натяжения кольцевой арматуры должна быть не менее проектной. Герметизация шарнирного стыка между стеновыми панелями и днищем выполняется после натяжения кольцевой арматуры. Вертикальные стыки стеновых панелей замоноличиваются механизированным способом с подачей раствора под давлением в нижнюю зону стыка в соответствии с рекомендациями серии 3.900-3 Выпуск 2, раздел 2.

Вертикальные стены воздухоотделителя и наклонная стена зоны аэрации выполняется из стальных оцинкованных гнутых профилей толщиной 0,8мм, по ГОСТ 24045-80.

Колонны, несущие нагрузку от стальных площадок и вертикальных стен зоны аэрации приняты по серии 1.020-1/83 сечением 400×400мм и монтируются на железобетонных пеньках, выпущенных из днища.

Стыки колонн с пеньками выполняются на арматурных выпусках.

Переливной кольцевой лоток выполняется из лотковых элементов прямоугольного сечения, с использованием оснастки лотков типа ЛТ1 серии 3.900-3. Вып.8. Лотки устанавливаются на металлические консоли, привариваемые к закладным изделиям стеновых панелей.

Между собой лотковые элементы в вертикальных плоскостях в верхней части соединяются путем сварки закладных изделий. Шпоночный стык замоноличивается цементным раствором М300.

Переливной лоток имеет зубчатые водосливы, выполненные из оцинкованной стали δ=2 мм. Для создания уклона по дну лотка устраивается набетонка с цементной стяжкой состава 1:2.

Для условий с необводненными грунтами фильтрасные сварные железобетонные лотки устанавливаются на отдельных бетонных опорах, с необводненными грунтами-фильтрасные каналы выполняются в теле набетонки. Кроме фильтрасных каналов и лотков предусмотрен вариант с фильтрасными трубами укладываемыми по днищу на опоры из кирпичных столбиков. Трубы, проходящие ниже днища аэрокомпрессоров, в пределах сооружения укладываются в бетонной обойме из бетона класса В3,5.

Металлические площадки и ограждения выполняются в соответствии с серией 1.450.3-3.

4.3. Подъемно-транспортное оборудование (только для проекта с пневмомеханической аэрацией).

Группа из четырех аэрокомпрессоров оборудована двумя монорельсами с электроталями грузоподъемностью 2,0тс для подъемно-транспортных операций при монтаже и демонтаже турбоаэраторов. Высота подъема электроталью - 12 м.

Монорельс подвешивается к металлическим балкам, которые опираются на сборные железобетонные колонны.

Для защиты электроталей от атмосферных осадков предусмотрены специальные навесы.

4.4. Материалы конструкций.

Класс бетона по прочности на сжатие, марки по морозостойкости и водонепроницаемости приведены на чертежах конструкций и изделий.

Материалы для приготовления бетона должны отвечать требованиям ГОСТ 10178-76* ГОСТ 22.2-66-76** и ГОСТ 10268-80.

Вода для приготовления бетонной смеси, промывки заполнителей, а также поливки твердеющего бетона должна отвечать требованиям ГОСТ 2.3732-79.

Раствор для замоноличивания шпоночных стыков приготавливать на расширяющемся цементе по ГОСТ 11052-74.

Требования по замоноличиванию шпоночных стыков приведены в „Руководстве по замоноличиванию цементно-песчаным раствором стыков шпоночного типа в сборных железобетонных емкостных сооружениях" (Стройиздат. Москва 1980г.).

Для уменьшения водопоглощения бетонной смеси и расхода цемента, а также для улучшения основных свойств бетона (водонепроницаемости и морозостойкости) следует вводить в бетонную смесь при ее изготовлении поверхностно-активные добавки в соответствии с ГОСТ 24.211-80*.

Оптимальное количество и состав добавок должны устанавливаться строительной лабораторией (СНиП III 15-76„ Правила производства и приемки работ. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные," раздел 4 и СНиП III 16-80„ Правила производства и приемки работ. Бетонные и железобетонные конструкции сборные", раздел 5).

Привязан				
Инв. N				

Арматура для железобетонных конструкций принята:
- рабочая ненапрягаемая-горячекатанная сталь периодического профиля класса AIII и AII по ГОСТ 5781-82*.
- рабочая напрягаемая (для навивки)- высокопрочная арматурная проволока класса BpII по ГОСТ 7348-81.
- распределительная и монтажная- сталь горячекатанная класса AI по ГОСТ 5781-82* и обыкновенная арматурная проволока класса BI по ГОСТ 6727-80.

Для закладных деталей применена прокатная углеродистая сталь класса С38/23 по ГОСТ 380-71.*

Марки стали для арматуры и закладных деталей см. таблицу 6.1.

Таблица 6.1

Класс арматуры и нормативный документ.	Марка стали
Арматура класса AI ГОСТ 5781-82*	Ст.3 сп3; Ст.3 пс3; Ст.3 кп3; Вст3 сп2; Вст3 пс2; Вст3 кп2; Вст3 гпс2.
Арматура класса AII ГОСТ 5781-82*	Вст5сп2 Вст5пс2
Арматура класса AIII ГОСТ 5781-82*	35 ГС 25 Г2С
Закладные детали- сталь С38/23 ГОСТ 380-71*	Вст3 кп2

Металлические площадки, лестницы и ограждения выполняются из углеродистой стали класса С38/23 марки Вст3 кп2 по ГОСТ 380-71.* Материал монарельса- сталь углеродистая класса с 38/23, марки В Ст3 Гпс5 по ГОСТ 380-71.*

Сварку закладных и соединительных элементов на монтаже следует вести в строгом соответствии с СН 393-78 „Инструкция по сварке соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций.

4.5. Защита от коррозии.

Сточные воды, поступающие в аэроаккумулятор, не агрессивны по отношению к бетону.

Защита строительных конструкций от коррозии выполняется в соответствии со СНиП II-28-73 „Защита строительных конструкций от коррозии."

Бетон принят повышенной плотности и должен удовлетворять следующим показателям:
- водопоглощение 6 % по массе- 4,7-4,3;
- водоцементное отношение В/Ц не более 0,55.

Толщина защитных слоев бетона принята для нижней арматуры днища- 35 мм, для верхней- 20 мм, для монолитных балок- 25 мм, монолитных плит- 15 мм, для сборных железобетонных конструкций- 20 мм.

Для защиты предварительно-напряженной арматуры по наружным стенам аэроаккумулятора послойно выполняется торкрет-штукатурка общая толщина слоя 25 мм.

Все закладные и накладные изделия, а также сварные швы и места с поврежденной при сварке антикоррозионной заводской защитой должны быть защищены от коррозии металлизацией алюминием в соответствии со СНиП II-28-73* толщиной слоя 150-200 мкм.

4.6. Испытание на водонепроницаемость.

Испытание аэроаккумулятора на водонепроницаемость производится в соответствии со СНиП III-30-74 „Правила производства и приемки работ. Водоснабжение, канализация и теплоснабжение. Наружные сети и сооружения".

5. Электротехническая часть.

В состав проекта входят: силовое электрооборудование, управление, технологический контроль электроосвещение, зануление.

Сооружение принято с нормальной средой, категорией надежности электроснабжения по ПУЭ-III

5.1. Силовое электрооборудование. Электроосвещение.

Питание нагрузок предусматривается на напряжении 380/220В с одним вводом. Источник питания и учет электроэнергии определяется при привязке проекта. Данные по результатам расчета нагрузок на напряжении 380/220В приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Вариант аэрации	Оборудование	Уст. кВт	Расчет кВт	Iрасч. А	Cos φ
Пневмомеханическая	Турбоаэратор марки ПТ55-1.03	236,8	181	310	0,89
	Турбоаэратор марки ФТП	104.8	70.4	127	0.9
Пневматическая	—	11.5	4.0	6,3	~1.0

Питание электроэнергией осуществляется:

– при пневматической аэрации от силового пункта 1ПР-ПР-24т 7607-54 Уз (турбоаэраторы марки ПТ55-1.03) или ПР-11-7120-5493 (турбоаэраторы марки ФТП-1), размещаемого под навесом непосредственно у аэрокселаторов. Вводы установлена сборка магнитных пускателей ПМА(СП);

– при пневматической аэрации- от силовых ящиков ЯРП-11(19,2 А).

Для питания управления и защиты двигателей задвижек принята сборка РТ30-81(ШЩ).

Распределительная сеть выполняется силовыми кабелями АВВГ, вторичная коммутация и цепи сигнализации- кабелями АКВВГ.

При пневмомеханической аэрации питание электроталей предусматривается с помощью гибкого токоподвода, выполняемого по чертежам нестандартизированного оборудования.

При пневмомеханической аэрации управление турбоаэраторами- местное.

Задвижки пеногашения (только для пневматической аэрации) и выпуска избыточного активного ила (для пневматической и пневмомеханической аэрации) работают в автоматическом режиме по временной программе, реализуемой с помощью программного реле ВС-44-2-3-УХЛ4 (возможна замена на КЭП-12у).

Аппаратура сигнализации и автоматического программного управления устанавливается в НКУ серии РТ30-81 с использованием стандартных и нестандартных блоков.

При пневмомеханической аэрации при ручном выпуске избыточного ила используется ящик сигнализации ЯОИ 9501-0046 (ЯС).

При пневматической аэрации при ручном выпуске избыточного активного ила часть блоков сборки РТ30-81 исключается.

В проекте предусматривается электроосвещение площадок обслуживания аэрокселаторов.

Привязан

Инв.№

Освещение площадок осуществляется светильниками с лампами накаливания, установленными на стойках, которые крепятся к ограждениям мостиков сваркой.

Общее освещение аэрокоагуляторов решается при проектировании освещения площадки очистных сооружений.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала все электрическое оборудование, приборы КИП и осветительная арматура занулляется путем присоединения к нулевой жиле питающих кабелей.

5.2. Технологический контроль.

Проектом предусмотрена измерение следующих технологических параметров:

– расхода воздуха, поступающего на каждый аэрокоагулятор, способ измерения – измерительная диафрагма с дифманометром ДСП-71Ин:

– концентрации растворенного кислорода в очищенных стоках в отводящем кольцевом лотке каждого аэрокоагулятора с помощью кислородомера Н-2.15;

– температуры сточной воды, поступающей в распределительную камеру, с помощью датчика ТСМ и вторичного прибора РП-160;

– расхода сточной воды, поступающей в каждый аэрокоагулятор, на водосливах в камере распределения сточной воды;

измерение расходов на прямоугольных водосливах осуществляется барботажным методом с помощью следующих приборов:

1) дифманометр „Сапфир"-22ДД;

2) блок нелинейных преобразований БНП-04;

3) вторичный прибор РП-160;

дифманометры устанавливаются в обогреваемых шкафах КШО (1ШО÷6ШО), блок БНП-04 и РП-160 на щите КИП диспетчера;

– измерение избыточного активного ила;

измерение осуществляется в специальном нестандартном баке с треугольным водосливом-барботажным способом.

Комплект приборов аналогичен.

При выпуске избыточного ила через илопровод, оборудованный электромагнитной расход его рассчитывается по времени выпуска.

Обогреваемые шкафы типа КШО, принятые в проекте, выпускаются серийно заводами „Главмонтажавтоматики".

Обогрев шкафов КШО осуществляется воздухом, подаваемым от магистрального воздухопровода.

Дооборудование шкафов для воздушного обогрева выполняется силами монтажных организаций по чертежам технологической части настоящего проекта.

Привязан

Инв. №

6. Указания по привязке проекта

6.1. Основной комплект „НК".

— В зависимости от производительности очистных сооружений и концентрации загрязнений по БПК полн. определяется количество аэроакселаторов и расчетный расход сточных вод на 1 шт.

— По таблице 2.2, 2.3 и 2.4 в зависимости от БПК полн. и производительности очистных сооружений определить необходимый расход воздуха при принятом методе аэрации сточных вод.

— По таблице 2.5 в зависимости от концентрации загрязнений по БПК полн. и производительности очистных сооружений определяется расход избыточного ила, выпускаемого из аэроакселаторов.

— Уточнить метод удаления избыточного ила из сооружения: автоматический — через илопровод, оборудованный электрифицированной задвижкой или ручной — эрлифтом через бачек с треугольным водосливом.

На технологических и строительных чертежах ненужное зачеркивается.

— По таблице 2.6 в зависимости от концентрации загрязнений по БПК полн. и принятого метода аэрации сточных вод определить вид мелкопузырчатых аэраторов, их длину и количество, ненужное зачеркивается.

— При проектировании площадки канализационных очистных сооружений с аэроакселаторами необходимо предусмотреть:

— воздуходувную станцию для подачи воздуха на аэроакселаторы;

— группу насосов для подачи воды на пеногашение, увязав ее со схемой управления задвижками пеногашения, приведенной в электротехнической части проекта (только для пневматической аэрации сточных вод).

Проектирование воздуходувной станции и насосной станции на пеногашение в объем настоящего проекта не входит и решается в каждом конкретном случае отдельно.

6.2. Основной комплект „НЖ" и „НМ".

— определить абсолютную отметку верха стеновой панели (верх борта), соответствующую относительной отметке ±0.000.

— определяется необходимый вариант аэроакселатора по способу аэрации.

Сравниваются физико-механические свойства грунтов площадки строительства с принятыми в настоящем проекте и при их различии необходимо произвести статический расчет конструкций сооружения.

При более высоком уровне грунтовых вод, чем это принято по проекту, либо при прогнозе повышения этого уровня следует устраивать пластовый дренаж либо предусматривать другие мероприятия, обеспечивающие прочность и устойчивость сооружения.

В случаях, когда грунты или грунтовые воды обладают агрессивными свойствами по отношению к бетону, следует устраивать антикоррозийную защиту, обеспечивающую долговечность сооружения.

— В зависимости от климатических условий-расчетной зимней температуры наружного воздуха, назначает класс бетона по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости, марки арматуры и стали.

— В содержании альбома, пояснительной записке, таблицах и спецификациях вычеркнуть данные не относящиеся к конкретным условиям привязываемого сооружения.

6.3. Основной комплект „ЭМ" и „ЭТХ".

— Привязать чертежи в соответствии с принятым вариантом турбоаэраторов и режимом работы задвижек на выпуске избыточного ила.

— Установить сборку РТ30-81(ШЩ) или ящик ЯОУ 9501(9С) в ближайшем помещении.

— Привязать чертежи электрических и трубных проводок согласно данным на них указаниям.

— При выполнении проекта внутриплощадочного электроснабжения запитать силовой пункт аэраторов 1ПР сборку РТ30-81(ШЩ) или ящик ЯОУ 9501(9С).

gost.e-ecolog.ru

пать щит КИП и осуществить необходимые кабельные связи.

— При разработке проекта освещения площадки очистных сооружений решить вопросы общего освещения аэраторов.

— Возможность регулирования производительности воздуходувных агрегатов и технико-экономическая целесообразность его выполнения решается при конкретном проектировании.

Организация строительства и производство работ приведены в общих данных основного комплекта марки „ОС" (см. альбом I).

Привязан

Инв. N