ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

902-2- 306

А Э Р О Т Е Н К И

с рассредоточенным впуском сточных вод АР-4-6,0-4,4

А Л Ь Б О М I

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

15229 - 01

ЦЕНА 0-54

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОССТРОЯ СССР

Москва, А-445, Смольная ул., 22

Сдано в печать 1978 г.

Заказ № 5326 Тираж 700 экз.

15229-01

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
902-2-306

Аэротенки с рассредоточенным впуском сточных вод
АР-4-6,0-4,4

СОСТАВ ПРОЕКТА:

Альбом I	- Пояснительная записка
Альбом II	- Технологическая часть. Нестандартизированное оборудование
Альбом III	- Строительная часть. Секции I, II и III
Альбом IУ	- Строительная часть. Узлы, детали, сборные железобетонные элементы
Альбом У	- Заказные спецификации
Альбом УI	- С м е т ы

АЛЬБОМ I

РАЗРАБОТАН
проектным институтом
ЦНИИЭП инженерного
оборудования

Технический проект
УТВЕРЖДЕН Госгражданстроем
Приказ № 164 от 22 июля 1974г
Рабочие чертежи введены
в действие ЦНИИЭП инженер-
ного оборудования
Приказ № 128 от 13 декабря 1977 г

Главный инженер института Мясников
Главный инженер проекта Свердлов

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Общая часть	4
2. Технологическая часть	5
3. Строительная часть	9
4. Указания по привязке	20
5. Приложения	23

Записка составлена:

Общая и технологическая части — Старицына

Строительная часть — Лоуцкер

Типовой проект разработан
в соответствии с действующими
нормами и правилами

Главный инженер
проекта И.Свердлов

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Рабочие чертежи аэротенков с рассредоточенным впуском сточных вод АР-4-6,0-4,4 (секции I,II и III) разработаны по плану типового проектирования Госгражданстроя на основании технического проекта: "Здания и сооружения для биологической очистки сточных вод пропускной способностью 70-280 тыс.м3/сутки", выполненного ЦНИИЭП инженерного оборудования и утвержденного Госгражданстроем 22 июля 1974 года, приказ № 164.

I.I. Назначение и область применения

Аэротенки применяются в составе очистных канализационных станций биологической очистки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод.

В основу технологических расчетов аэротенков положены указания СНиП II-32-74. Концентрация загрязнений, поступающих на аэротенки осветленных сточных вод по $БПК_{полн.}$ принята 140,200 и 280 мг/л.

Аэротенки запроектированы четырехкоридорные с рассредоточенным впуском сточных вод и переменным объемом регенератора. Разработаны 3 секции аэротенков, из которых следует набирать требуемый по расчету объем.

Размеры секции аэротенка: ширина - 24 м (ширина одного коридора - 6 м), длина - 90 м, рабочая глубина - 4,65 м. Изменение длин секций в пределах рекомендуемых размеров 90-114 м производится добавлением вставок длиной 6 м.

Пропускная способность аэротенков 100 000 ÷ 250 000 м3/сутки в зависимости от расчетной концентрации $БПК_{полн.}$ осветленных сточных вод, поступающих на аэротенки и принятого числа секций.

Основные технологические и технико-экономические показатели приведены в таблице № I.

I.2. Основные показатели проекта

Таблица № I

Наименование	Един. изм.	Показатели по секциям		
		Секция I	Секция II	Секция III
Гидравлический объем секции	м3	9760-I2370	9760-I2370	9760-I2370
Расчетная пропускная способность секции	м3/ч	I400-2750	I400-2750	I400-2750
Строительный объем секции	м3	I4960	II685	95I8
Площадь застройки	м2	2790	2340	I9I0
Сметная стоимость				
Общая	тыс.руб.	I62,79	I38,52	I25,5
Строительно-монтажных работ	-"-	I60,49	I36,22	I23,2
Оборудования	-"-	2,3	2,3	2,3
I м3 сооружения	руб.	I0,72	II,65	I2,94

Примечание: Гидравлический объем секции принят между несущими стенками, строительный объем - между деформационными швами.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.I. Системы подачи воды и ила, отвода иловой смеси

Аэротенки запроектированы с распределительным каналом осветленной воды и иловым каналом.

Осветленная вода от первичных отстойников подводится по общему трубопроводу к распределительному каналу осветленной воды сечением I500xI500 мм. По продольным перегородкам аэротенка устраиваются подающие лотки сечением 900x900 мм - один лоток на 2 коридора аэротенка. Впуск воды в

аэротенк осуществляется через незатопленные регулируемые водосливы, расположенные вдоль подающих лотков через каждые 12 м. Циркулирующий активный ил подается в начало первого коридора каждой секции аэротенка от насосной станции активного ила через иловый канал сечением 1500x1500 мм. Впуск циркулирующего ила осуществляется через незатопленные регулируемые водосливы, расположенные в иловой части подающего лотка. В зависимости от принятой схемы работы аэротенка, впуск сточных вод может осуществляться в одной точке или рассредоточенно; при этом расходы, подаваемые через каждый водослив, могут быть различными. Нелинейно-рассредоточенный впуск обеспечивает равномерные нагрузки на ил и возможность работы сооружений в форсированном режиме. Рассредоточенный впуск воды позволяет изменять объем регенератора в широких пределах с шагом 3-4 %.

Иловая смесь из секций аэротенка через открытые водосливы с тонкой стенкой поступает в канал иловой смеси и затем по общему отводящему трубопроводу на вторичные отстойники.

Для отключения секций аэротенка в начале подающих лотков устанавливаются щитовые затворы. Щитовые затворы устанавливаются также на впуске циркулирующего активного ила из илового канала в иловую часть подающих лотков.

В распределительном канале осветленной воды после подающего трубопровода и в канале иловой смеси перед отводящим трубопроводом устраиваются пазы для съемных щитовых затворов-шандор из антисептированных деревянных брусьев размерами 200x200 мм, устанавливаемых при отключении водоводов или ремонте каналов.

Опорожнение секций аэротенков предусмотрено трубопроводами Ду 300.

2.2. Подача воздуха

Сжатый воздух подается в аэротенк магистральным воздуховодом, распределяется по секциям разводящими воздуховодами, на каждом из которых устанавливается задвижка и измеритель расхода - труба Вентури.

Аэрация иловой смеси принята через фильтросные пластины, общее число которых назначено, исходя из удельного расхода воздуха 80-120 л/мин на одну пластину.

В первом, втором и третьем коридорах каждой секции аэротенка предусмотрено по 2 ряда фильтросных каналов, в четвертом - по одному ряду. Каждый ряд разделен на три блока, к которым подведены воздушные стояки Ду 200. Отключение стояков предусмотрено путем удаления монтажной фланцевой вставки на отводе к стояку с установкой заглушки.

Скорости движения воздуха приняты : 10-25 м/с - для воздуховодов и 4-8 м/с для стояков.

Для аэрирования каналов от разводящих воздуховодов предусмотрена прокладка по стенам каналов самостоятельных трубопроводов с отключающими задвижками. Аэрируются каналы отдельными стояками Ду 25 мм с открытым концом.

Равномерно по длине разводящих воздуховодов устанавливаются стандартные подвижные опоры.

2.3. Расчетные параметры сооружений

Для предварительных расчетов при проектировании сооружений в таблице № 2 приведены основные параметры секции аэротенка.

Основные параметры аэротенков

Таблица № 2

Длина секции, м	Объем одной секции аэротенка в $м^3$	Пропускная способность секции $м^3/ч$			Потребный расход воздуха $м^3/ч$			Общее количество фильтросных пластин, шт		
		БПКполн мг/л			БПКполн. мг/л			БПКполн. мг/л		
		I40	200	280	I40	200	280	I40	200	280
90	9760	2I70	I760	I400	9600/7500	II600/9I00	I3200/I0300	I600	I890	2250
96	I04I0	23I0	I870	I500	I0200/8000	I2300/9600	I4I00/II000	I700	2030	2400
I02	II060	2460	I980	I600	I0800/8400	I3I00/I0200	I5000/II700	I800	2I70	2550
I08	II720	2600	2090	I700	II400/8900	I3800/I0800	I6000/I2500	I900	23I0	2700
II4	I2370	2750	2200	I800	I2000/9400	I4500/II300	I6900/I3200	2000	2450	2850

В числителе приведен потребный расход воздуха в нормальных условиях (P=760 мм рт.ст., T=20°C), в знаменателе - расход сжатого воздуха.

15229-01

2.4. Технологический контроль

В проекте предусмотрено для каждой секции измерение расходов осветленной воды - на подвижных водосливах в подающих лотках;циркулирующего активного ила - на подвижных водосливах в иловой части подающих лотков, воздуха - с помощью труб Вентури на разводящих воздуховодах.

В проекте также предусмотрен замер температуры осветленной воды,подаваемой в аэротенки, и иловой смеси (приборы устанавливаются на канале осветленной воды и канале иловой смеси при привязке проекта).

3. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.I. Природные условия строительства и технические условия на проектирование

Природные условия и исходные данные для проектирования приняты в соответствии с "Инструкцией по типовому проектированию для промышленного строительства" СН-227-70, изменениями и дополнениями к ней утвержденными приказом Госстроя СССР № 201 от 26 сентября 1974 г., опубликованными в бюллетене строительной техники № 12 за 1974 г., а также серией 3.900-2 "Унифицированные сборные железобетонные конструкции водопроводных и канализационных емкостных сооружений."

- расчетная зимняя температура наружного воздуха - 30°С
- скоростной напор ветра - для I географического района - 27 кг/м2
- вес снегового покрова - для Ш района - 100 кг/м2
- рельеф территории спокойный, грунтовые воды отсутствуют
- грунты в основании непучинистые,непросадочные со следующими нормативными характеристиками:

γ_0 = 1,8 т/м3 φ = 20° C^H = 0,02 кг/см2 E = 150 кг/см2 ,

что соответствует нагрузочным схемам по серии 3.900-2

- сейсмичность района строительства не выше 6 баллов
- территория без подработки горными выработками.

Также разработаны дополнительные варианты проекта применительно к следующим природно-климатическим условиям:

- расчетная зимняя температура воздуха -	- 20°С;
- скоростной напор ветра для I географического района	27 кг/м2 ;
- вес снегового покрова для II района	70 кг/м2 ;
- расчетная зимняя температура воздуха	- 40°С ;
- скоростной напор ветра для I географического района	27 кг/м2 ;
- вес снегового покрова для IУ района	150 кг/м2 ;.

Проект предназначен для строительства в сухих легкофильтрующих грунтах. При строительстве в слабофильтрующих грунтах должны быть проведены технические мероприятия, исключающие возможность появления фильтруемой из сооружения воды в уровне подготовки днища и ниже его на 50 см.

Проектом не предусмотрены особенности строительства в районах вечной мерзлоты, на макропорнотых и водонасыщенных грунтах, в условиях оползней, осыпей, карстовых явлений и т.п.

3.2. Объемно-планировочные решения

В составе проекта разработано 3 секции аэротенков

Секция I - крайняя со средней разделительной стенкой

Секция II - средняя

Секция Ш - крайняя без средней разделительной стенки.

Из указанных секций следует набирать требуемый объем сооружения.

Размеры секций в плане соответственно 28,5 х 90 ; 24 х 90 ; 18,5 х 90 м.

Глубина - 5,11 м.

Для получения длины сооружения больше разработанной в каждой секции предусмотрены вставки длиной 6,0 м.

Переход от разработанной длины к требуемой производится путем добавления различного количества вставок, местоположение которых в плане сооружения см. на чертежах.

Максимальная длина сооружения II4 м.

3.3. Конструктивные решения

Днище - плоское, толщиной I40 мм, из монолитного железобетона, армируется сварными сетками и каркасами.

Стены - из сборных железобетонных панелей по серии 3.900-2, заделываемых в паз днища.

Углы стен - монолитные железобетонные .

Подводящие лотки аэротенков - из сборных железобетонных изделий индивидуального изготовления устанавливаются на перегородках по сборным железобетонным балкам.

Канал осветленной воды и иловой канал также из сборных железобетонных изделий индивидуального изготовления устанавливаются на опоры из колец по серии 3.900-2 выпуск 6.

Участки каналов в месте расположения щитовых затворов - монолитные.

Проходные мостики из сборных железобетонных плит по серии ИС-01-04, укладываются на подающие лотки.

Стыки стеновых панелей консольного типа (ПС-I;ПС-4) между собой и с угловыми панелями (ПС-2; ПС-5) - шпоночные, выполняются путем инъектирования зазора между стеновыми панелями цементно-песчаным раствором. Стыки угловых панелей (ПС-2;ПС-5) - и панелей, работающих по плитной схеме (ПС-3 ; ПС-6 ; ПС-7) - жесткие, на сварке выпусков горизонтальной арматуры.

Лестницы и ограждения - металлические.

Материалы. Для железобетонных конструкций стен, днища и сборных железобетонных элементов в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха в зимний период приняты следующие марки бетона.

Таблица № 3

Расчетная температура наружного воздуха	Наименование конструкций	Проектная марка бетона в возрасте 28 дней		
		По прочности на сжатие кг/см2	По морозостойкости МРЗ	По водонепроницаемости ГОСТ 4800-59
- 20°С	стены	200	МРЗ I00	В 4
	днище	200	МРЗ 50	В 4
	лотки	200	МРЗ I50	В 6
- 30°С	стены	200	МРЗ I50	В 6
	днище	200	МРЗ I00	В 4
	лотки	300	МРЗ 200	В 6
- 40°С	стены	300	МРЗ 200	В 6
	днище	200	МРЗ I50	В 6
	лотки	400	МРЗ 300	В 8

Требования к бетону по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и виду цемента для его приготовления уточняются при привязке проекта по серии 3.900-2, выпуск I, в зависимости от расчетной зимней температуры наружного воздуха.

Цементно-песчаный раствор для замоноличивания безарматурных стыков шпоночного типа изготовляется в соответствии с "Рекомендациями по замоноличиванию цементно-песчаным раствором стыков шпоночного типа в сборных железобетонных водосодержащих емкостях (ЦНИИПРОМЗДАНИЙ , 1967 г.)

Все арматурные стыки элементов замоноличиваются плотным бетоном марки "300" на щебне мелкой фракции. Бетонная смесь для замоноличивания стыков должна приготовляться на тех же материалах, что и основные конструкции и в соответствии с "Рекомендациями по замоноличиванию вертикальных и горизонтальных стыков емкостей бетоном (раствором) на напрягающем цементе (НИИЖБ,1968 г.)

Бетонная подготовка и технологическая набетонка выполняются из бетона М"100".

Для торкретштукатурки применяется цементно-песчаный раствор состава I:3.

Рабочая арматура диметром 10 мм и более принята по ГОСТ 5781-75 класса А III из стали марки 25Г2С периодического профиля с расчетным сопротивлением R_a = 3400 кг/см2 ; распределительная арматура - по ГОСТ 5781-75 класса А I из стали марки ВСТ3пс2. Требования к арматуре уточняются при привязке проекта по серии 3.900-2 выпуск I табл.3.

В качестве компенсаторов для деформационных швов приняты прокладки резиновые для гидроизоляционных шпонок ТУ 38-105831-75; выпускаемые Свердловским заводом РТИ Министерства нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР.

3.4. Отделка и мероприятия по защите от коррозии

Монолитные участки стен со стороны воды торкретируются на толщину 20 мм с последующей затиркой цементным раствором.

Торкретштукатурка наносится слоями по 10 мм.

Со стороны земли монолитные участки стен затираются цементным раствором, а выше планировочных отметок штукатурятся.

Монолитные участки стен и панели со стороны земли окрашиваются горячей битумной мастикой за 2 раза по огрунтовке битумом, разведенным в бензине.

Торкретштукатурка на днище наносится поярусно, для создания технологического уклона.

Максимальная толщина торкретштукатурки на днище 20 мм.

Все металлоконструкции , соприкасающиеся с водой, окрашиваются лаком ХСЛ или ХС-76 за 3 раза по огрунтовке ХС-010 или ХСГ-26 за 2 раза.

Закладные детали для сварки несущих конструкций оцинковываются.

Металлические конструкции лестниц,площадок и ограждений окрашиваются масляной краской за 2 раза по огрунтовке.

Металлические кронштейны,находящиеся в земле, обетонируются по сетке.

3.5. Расчетные положения

Расчет железобетонных конструкций выполнен в соответствии с требованиями главы СНиП II-21-75 и других глав СНиПа.

Стеновые панели ПС-I,ПС-4 , работающие в вертикальном направлении как консольные плиты,рассчитаны на нагрузки гидростатического давления воды и бокового давления грунта при различной их комбинации.

Угловые панели ПС-2;ПС-3;ПС-5 ;ПС-6;ПС-7 работают в двух направлениях, как составная часть платинок , опертых по контуру и загруженных гидростатическим давлением воды и боковым давлением грунта при различной их комбинации.

Перегородочные панели ПГ-I;ПГ-2;ПГ-3 рассчитаны на ветровую нагрузку, а панели ПГ-I;ПГ-2 также на нагрузку от распределительных лотков.

Днище рассчитано как балка на упругом основании переменного сечения на счетно-вычислительной машине МИНСК-I по программе "АРБУС-I" на сосредоточенные усилия, передающиеся через заделку стеновых панелей в пазы днища и равномерно-распределительную нагрузку от воды.

Расчет произведен при модуле деформации грунта E= 150 кг/см2.

3.6. Соображения по производству работ

Проект разработан для условий производства работ в летнее время.

При производстве работ в зимнее время в проект должны быть внесены коррективы, соответствующие требованиям производства работ в зимних условиях согласно действующим нормам и правилам.

Земляные работы должны выполняться с соблюдением требований СНиП III-8-76 и других глав СНиПа. Способы разработки котлована и планировка дна должны исключать нарушение естественной структуры грунта основания.

Обсыпка стенок сооружения должна производиться слоями по 25-30см равномерно по периметру. Откосы и горизонтальные поверхности обсыпки планируются с покрытием насыпи слоем растительного грунта.

Арматурные и бетонные работы должны производиться с соблюдением требований СНиП III-В.I-70 и других глав СНиПа.

Перед бетонированием днища установленная опалубка и арматура должны быть приняты по акту в котором подтверждается их соответствие проекту; к акту прикладываются сертификаты на арматурную сталь и сетки.

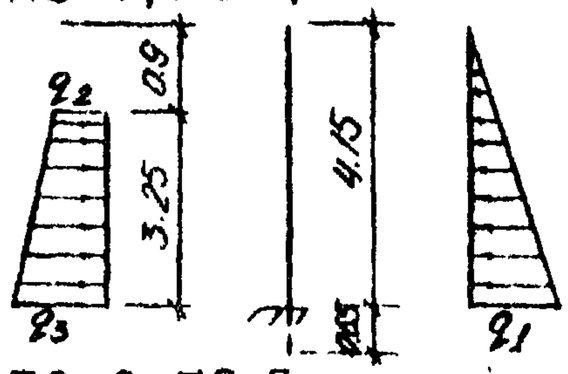
Днище бетонируется непрерывно параллельными полосами без образования швов.

Ширина полос принимается с учетом возможного темпа бетонирования и необходимости сопряжения вновь уложенного бетона с ранее уложенным до начала схватывания ранее уложенного бетона.

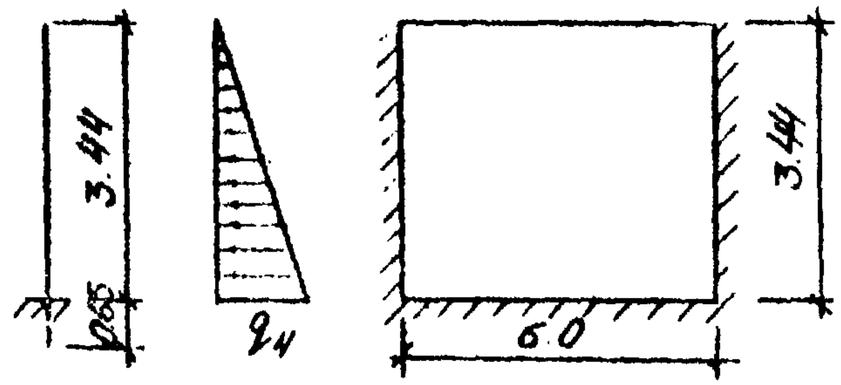
Расчетные схемы

стеновых панелей

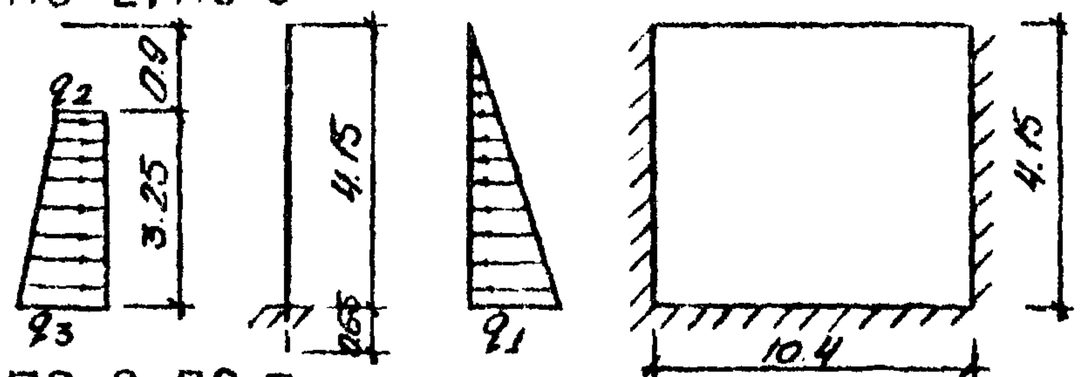
ПС-1; ПС-4



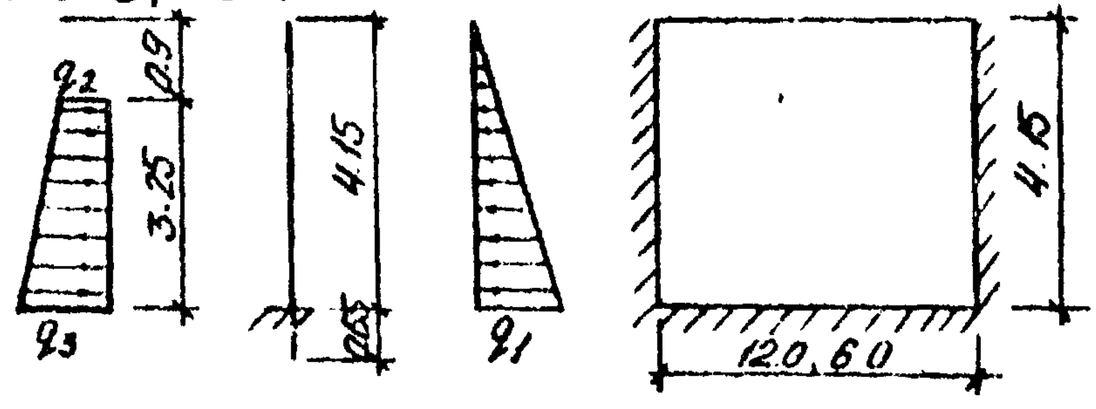
ПС-3



ПС-2; ПС-5



ПС-6; ПС-7



$q = 4.15$ т/пм

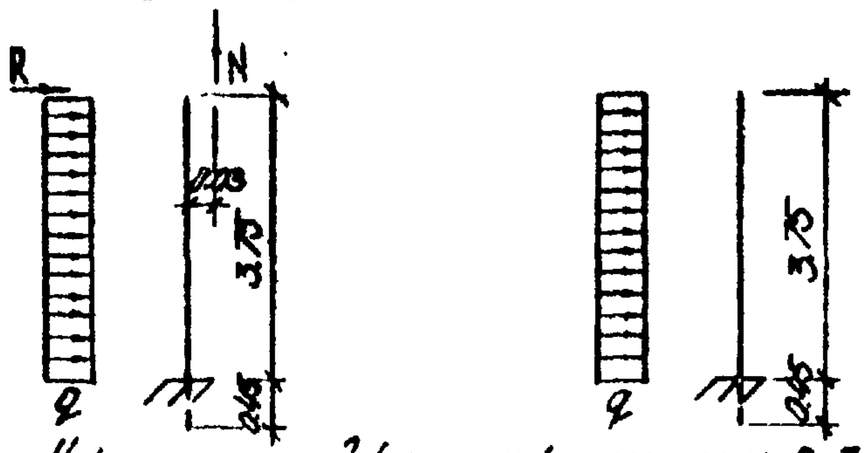
$q_2 = 0.64$ т/пм

$q_3 = 4.37$ т/пм

$q_4 = 3.44$ т/пм

перегородочных панелей

ПГ-1 ПГ-2



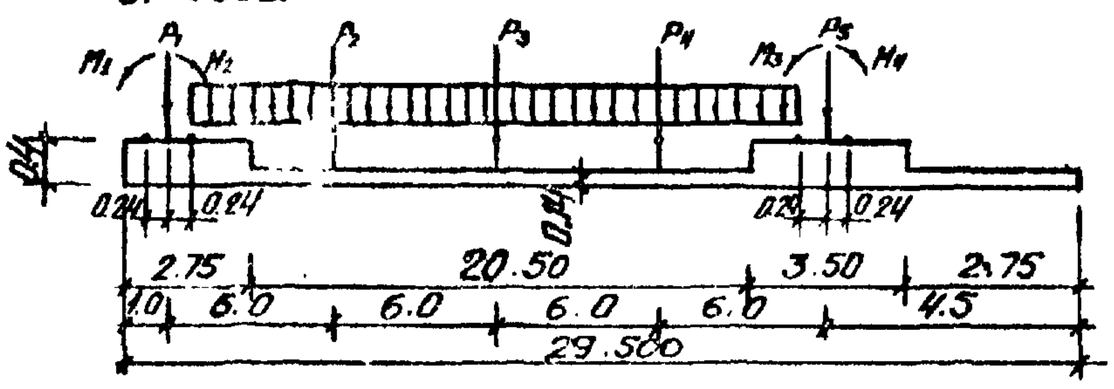
Нагрузки даны на ширину B=3.0 м

N=16.2т
R=0.4т
q=0.177т/пм

q=0.177т/пм

днищ

от воды

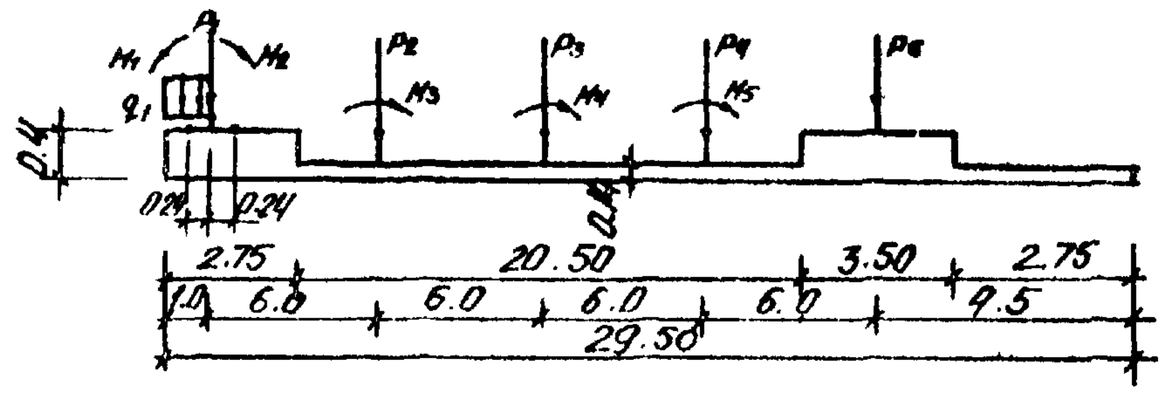


P_1=2.67т
P_2=2.80т
P_3=1.02т

P_4=2.80т
P_5=2.67т
q_1=5.11т/пм

M_1=30.0тм
M_2=8.1тм
M_3=-8.1тм
M_4=30.0тм

от земли



P_1=2.67т
P_2=4.22т
P_3=1.61т

P_4=4.22т
P_5=2.67т
M_1=-7.08тм
M_2=25.8тм

M_3=0.92тм
M_4=0.42тм
M_5=0.92тм
q_1=9.2т/пм

Уложенная в днище бетонная смесь уплотняется вибраторами, поверхность выравнивается вибробрусом, для чего при бетонировании применяются переносные маячные рейки.

Приемка работ по устройству днища оформляется актом, где должны быть отмечены:

- прочность и плотность бетона;
- соответствие размеров и отметок днища проектным данным ;
- наличие и правильность установки закладных деталей;
- отсутствие в днище выбоин, обнажений арматуры; трещин и т.д.

Отклонение размеров днища от проектных не должны превышать:

- в отметках поверхностей на всю плоскость ± 20 мм
- в отметках поверхностей на I м плоскости в любом направлении ± 5 мм
- в отметках поверхностей, служащих опорами для сборных железобетонных элементов и монолитных участков стен ± 4 мм.

Монтаж панелей и замоноличивание стыков.

К монтажу сборных железобетонных панелей разрешается приступить при достижении бетоном днища 70 % проектной прочности.

Непосредственно перед установкой панелей пазы днища очищаются и обрабатываются пескоструйным аппаратом, промываются водой под напором и на дно паза наносится слой выравнивающего цементно--песчаного раствора до проектной отметки.

Монтаж панелей производится с геодезическим контролем.

Выпуски арматуры стеновых панелей сваривается между собой с помощью накладок с контролем качества сварного шва. Замоноличивание стыков между стеновыми панелями осуществляется цементно-песчаным раствором механизированным способом с подачей раствора снизу под давлением. До замоноличивания стыков, не ранее, чем за двое суток, стыкуемые поверхности стеновых панелей очищаются, обрабатываются пескоструйным аппаратом и непосредственно перед бетонированием промываются струей воды под напором.

Подробно о замоноличивании стыков шпоночного типа см. "Рекомендации по замоноличиванию цементно-песчаным раствором стыков шпоночного типа в сборных железобетонных водосодержащих емкостях" (ЦНИИПРОЗДАНИЙ, 1967 г.).

Приемка законченных монтажных работ, а также промежуточные приемки производятся в соответствии со СНиП Ш-16-73.

Допускаемые отклонения при монтаже устанавливаются в соответствии со СНиП Ш-16-73 и ГОСТ 21778-76 ; 21779-76 и не должны превышать следующих величин :

- несовмещаемость установочных осей ± 2 мм
- отклонение от плоскости по длине ± 20 мм
- зазор между опорной плоскостью элемента и плоскостью днища + 10 мм
- отклонение от вертикальной плоскости плоскостей панелей стен в верхнем сечении ± 4 мм.

Бетонирование монолитных участков.

После установки панелей, устройства стыковых соединений и заделки панелей в пазах днища производится бетонирование монолитных участков.

Инвентарная опалубка при бетонировании устанавливается с внутренней стороны стены на всю высоту, а с наружной стороны - на высоту яруса бетонирования с наращиванием по мере бетонирования.

Крепление опалубки производятся к выпускам арматуры стеновых панелей. Стержни, крепящие опалубку должны располагаться на разных отметках и не должны пересекать стыков насквозь.

Бетонирование стен производится поярусно с тщательным вибрированием. Бетонная смесь должна приготовляться на тех же цементах и из тех же материалов, что и основные конструкции (стеновые панели, лотки).

Уложенный бетон должен твердеть в нормальных температурных влажностных условиях . Допустимые отклонения при сооружении монолитных участков стен устанавливаются такие же, как и при монтаже панелей.

Гидравлическое испытание производится на прочность и водонепроницаемость до засыпки котлована при положительной температуре наружного воздуха, путем заполнения сооружения водой до расчетного горизонта и определения суточной утечки. Испытание допускается производить при достижении бетоном проектной прочности и не ранее 5 суток после заполнения водой.

Сооружение признается выдержавшим испытания, если убыль воды за сутки не превышает 3 л на I м2 смоченной поверхности стен и днища; через стыки не наблюдается выхода струек воды, а также не установлено увлажнение грунта в основании.

Все работы по испытанию производятся в соответствии с СНиП III-30-74.

4. УКАЗАНИЯ ПО ПРИВЯЗКЕ

Технологическая часть

При привязке типового проекта аэротенков:

I) Определяется потребный объем аэротенков .

2) Выбирается тип аэротенка (по ширине и рабочей длине), его длина с учетом применения шестиметровых вставок и количество секций.

3) Производится компоновка блока аэротенков из секций.

4) При длинах секций, отличных от разработанной в проекте, и применении шестиметровых вставок уточняется местоположение щитовых затворов с подвижным водосливом в подающих лотках.

5) Производится гидравлический расчет аэротенков по расчетному расходу сточной воды (по аналогии с примером, приведенном в приложении), на основе которого определяются высотная посадка аэротенков в увязке с первичными и вторичными отстойниками и размеры канала осветленной воды и подающих лотков .

6) Определяется потребный расход воздуха и проводится расчет магистрального и разводящих воздуховодов с определением их размеров (см. приложение № 5.2).

7) Определяется общее количество фильтросных пластинок, исходя из удельного расхода воздуха 80-120 л/мин на одну пластину. Уточняется число рядов фильтросных каналов. При длинах секций, отличных от разработанной в проекте, уточняется местоположение воздушных стояков и подвижных опор.

8) Определяется расход циркулирующего активного ила, производится поверочный гидравлический расчет илового канала с определением его размеров.

9) Определяется местоположение и количество узлов присоединения к каналам систем подвода осветленной воды от первичных и отвода иловой смеси на вторичные отстойники в соответствии с количеством групп отстойников.

10) Уточняется трассировка, высотное расположение, конструкция подводящих и отводящих трубопроводов, а также всех обвязочных коммуникаций в увязке с общеплощадочными сетями.

11) Автоматизация работы аэротенков (регулирование расхода воздуха, ила и т.д.) решается в общем комплексе очистных сооружений.

Строительная часть

При привязке типового проекта к конкретным климатическим и инженерно-геологическим условиям площадки необходимо:

- Произвести контрольную проверку прочности ограждающих конструкций на измененные физико-механические свойства грунтов (высоту засыпки, объемный вес γ_0, угол внутреннего трения φ) по расчетным схемам, приведенным в настоящей записке ;
- Произвести пересчет днища как балки на упругом основании с применением модуля деформации E, определенного для конкретных физико-механических свойств грунта основания ;

- В зависимости от климатического района строительства установить марку бетона по прочности, водонепроницаемости, морозостойкости, а так же арматуру и вид цемента , рекомендуемых для бетона конструкций по табл. № I ; № 2 ; № 3 серии 3.900-2 выпуск I и таблицы № 3 настоящей записки ;

- При строительстве в слабо фильтрующих грунтах для отвода верховодки и фильтруемой из сооружения воды, под днищем запроектировать пластовый дренаж, связываемый по периметру сооружения с дренажной сетью.

При разработке проекта дренажа особое внимание следует обратить на предотвращение возможности выноса частиц грунта подстилающих слоев, а так же на мероприятия, обеспечивающие бесперебойную работу дренажа в период строительства и эксплуатации сооружения.

5. ПРИЛОЖЕНИЯ

5.I. Пример гидравлического расчета

Аэротенки (4 секции) с рассредоточенным впуском сточных вод, четырехкоридорные, с шириной коридора 9 м.

Исходные данные:

Наименование	Расчетный максимальный секундный расход м3/с	Расход для расчета лотков и трубопроводов (К=I,4)м3/с
Секция аэротенка (L = 90 м)		
Осветленная вода	0,60	0,84
Циркулирующий активный ил	0,36	0,50
Иловая смесь после аэротенков	0,96	I,34
4 секции аэротенков		
Осветленная вода	2,40	3,36
Циркулирующий активный ил	I,44	2,0
Иловая смесь после аэротенков	3,84	5,36

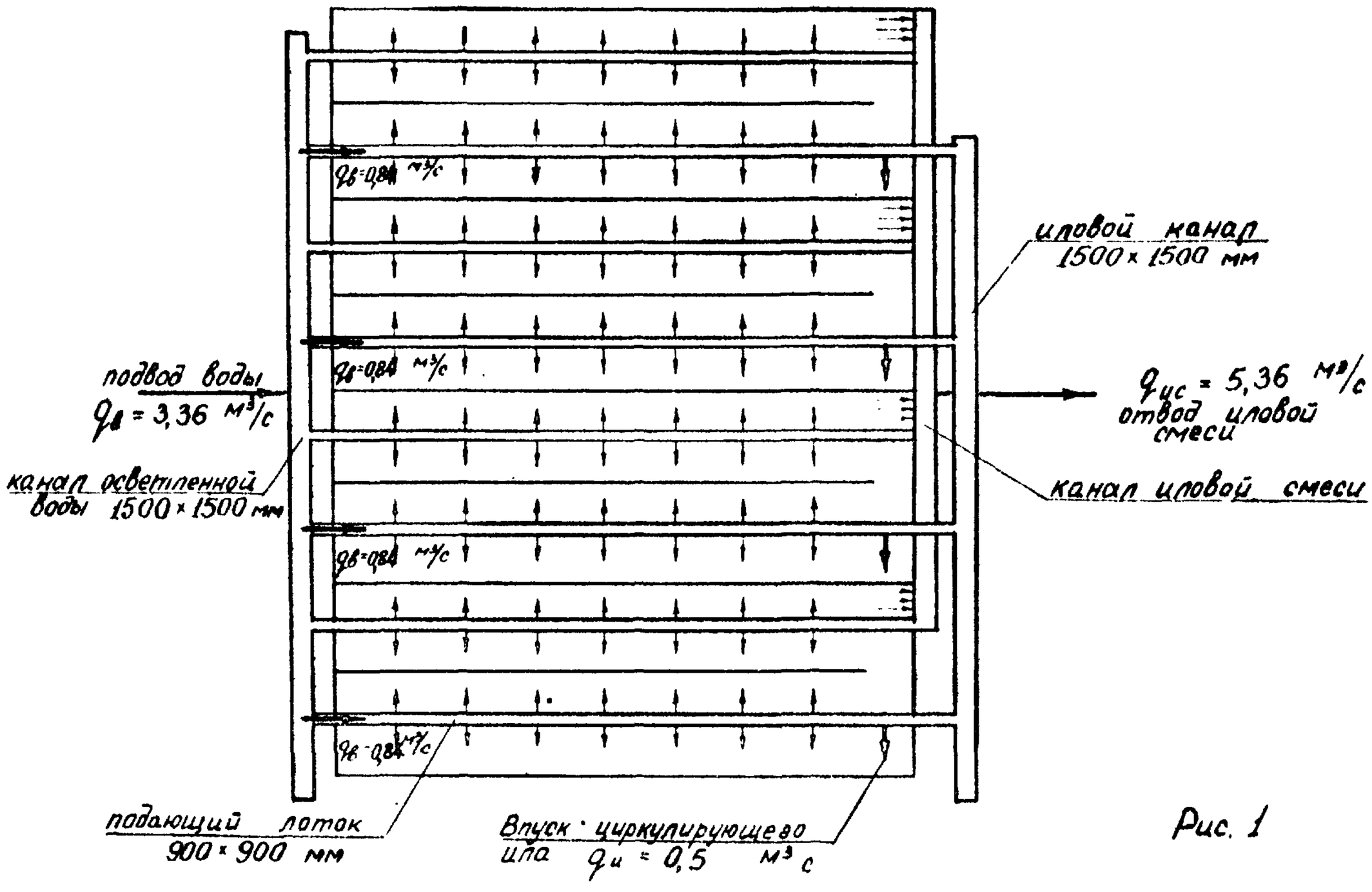

иловой канал
1500 × 1500 мм
подвод воды
$q_в$ = 3,36 м³/с
$q_{ис}$ = 5,36 м³/с
отвод иловой смеси
канал осветленной воды 1500 × 1500 мм
канал иловой смеси
$q_в$=0,84 м³/с
$q_в$=0,84 м³/с
$q_в$=0,84 м³/с
$q_в$=0,84 м³/с
подающий лоток
900 × 900 мм
Впуск циркулирующего ила $q_и$ = 0,5 м³/с

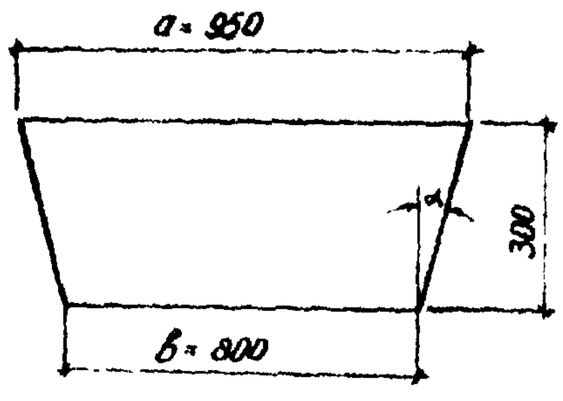
Рис. 1

Гидравлический расчет произведен в направлении, обратном движению воды.

Наименование	Отметки	
	горизонт воды	дно конструкции
I. Подводящая система (Участок от канала осветленной воды до впуска воды в аэротенк)		
Горизонт воды в аэротенке	4,65	

I.I. Напор на ребре впускного водослива

Впуск воды в каждую секцию аэротенка выполнен из 2-х подающих лотков через трапецеидальные регулируемые водосливы. Всего в секции аэротенка запроектировано 28 впускных водосливов со следующими размерами



Наименование	Отметки	
	горизонт воды	дно конструкции

Расчет проведен при условии поступления сточной воды в секцию аэротенка по одному подающему лотку через четыре трапецеидальных водосливных отверстия.

Расчетный расход на один водослив q = 0,21 м3/с (при равномерном распределении)

Напор (Н) на ребре впускного водослива определяется по формуле:

$$q = m(b + 0.8\,tg\alpha H)H\sqrt{2gH} \qquad (1)$$

H = 0,27 м

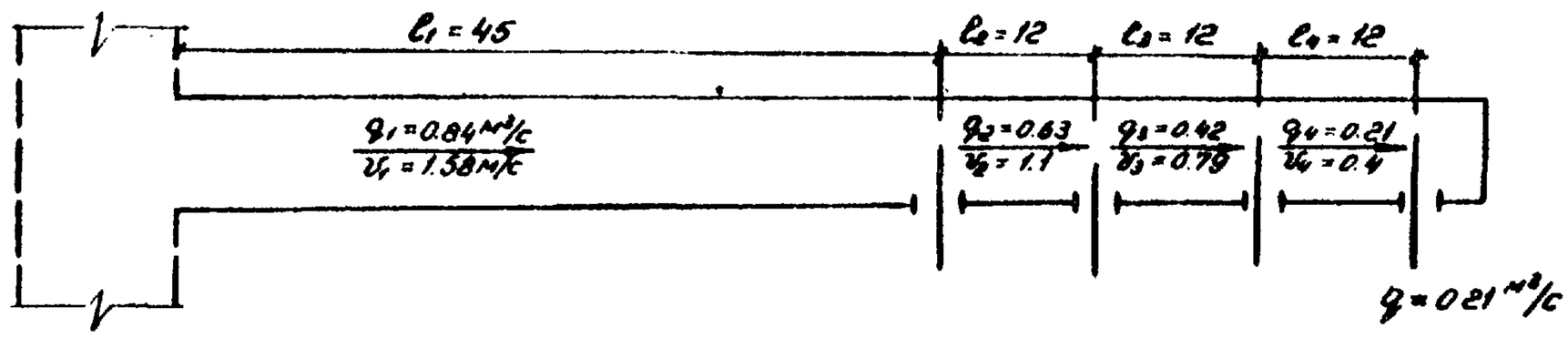
где: m - коэффициент расхода - 0,42

b - длина порога - 0,8 м

Отметка порога водослива (с учетом запаса на неподтопление 0,07 м)		4,72
Отметки в подводящем лотке	4.99	4.40

Наполнение в лотке - 0,59 м

I.2. Потери напора в подающем лотке



Наименование	Отметки горизонт воды	Отметки дно конструкции

I.2.I. Потери напора по длине лотка

$$h_l = J \cdot l \quad (2)$$

где: l - длина расчетного участка лотка

$J = \left(\frac{n \cdot v}{R^{2/3}}\right)^2$ - гидравлический уклон

n - коэффициент шероховатости для ж.б. лотков 0,0I37

v = скорость потока в лотке

$R = \frac{\omega}{\chi}$ - гидравлический радиус - 0,255

где: $\omega = b \times h$ - площадь живого сечения лотка - 0,53 м2

b - ширина лотка - 0,9 м

h - наполнение в лотке 0,59 м

$\chi = b + 2h$ - смоченный периметр - 2,08 м

h_1 = 0,I3I м
h_2 = 0,0I98 м
h_3 = 0,00864 м
h_4 = 0,0022 м
J_1 = 0,0029I
J_2 = 0,00I65
J_3 = 0,00072
J_4 = 0,000I85
v_1 = I,58 м/с
v_2 = I,I -"-
v_3 = 0,79 -"-
v_4 = 0,4 -"-

Суммарные потери по длине подающего лотка

$\Sigma h_l = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$ Σh_l = 0,I6 м

Наименование	Отметки горизонт воды	Отметки дно конструкции

I.2.2. Местные потери на разделение потока

$$h_м = \zeta \frac{v^2}{2g} \qquad (3)$$

Коэффициенты сопротивления определены по данным Френкеля (см. Справочник проектировщика "Канализация населенных мест и промышленных предприятий" Москва, 1963 г.)

Определение потерь произведено по средним скоростям в магистральном направлении

отношение расходов	Средняя скорость на участке м/с	Коэффициент местного сопротивления
q_4/q_3 =0,5	0,6	0,00
q_3/q_2 =0,65	0,95	0,I
q_2/q_1 =0,75	I,34	0,I5

Суммарные потери напора на разделение потока - 0,02 м

Потери напора в подающем лотке

$\Sigma h_l + \Sigma h_м$ h = 0,I8 м

Отметки в начале подающего лотка 5,I7 4,40

Наполнение в лотке h = 0,77 м

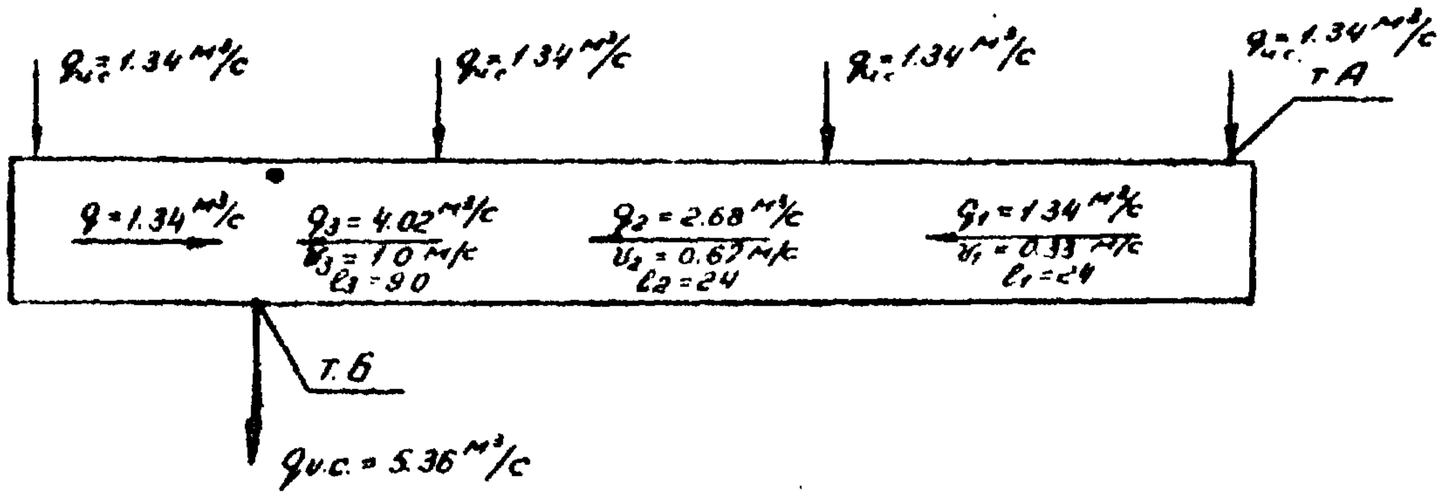
Расчет канала осветленной воды выполняется при привязке проекта.

Наименование	Отметки	
	горизонт воды	дно конструкции

2. Отводящая система аэротенков

В данном разделе произведен расчет только сборного канала иловой смеси на диктующем участке от т.А до т.Б (от водослива иловой смеси из аэротенка до отводящего трубопровода)

Гидравлический расчет отводящего трубопровода выполняется при привязке проекта.



Наименование	Отметки	
	горизонт воды	дно конструкции

2.I. Напор на водосливе с тонкой стенкой на выходе иловой смеси из аэротенка

Напор на водосливе : $H = \left(\frac{q_{и.с}}{m \cdot b \sqrt{2g}} \right)^{2/3}$ (4)

где: $q_{и.с}$ - расход иловой смеси при расчетном максимальном расходе - 0,96 м3/с

m - коэффициент расхода - 0,42

b - ширина водослива - 4,8 м

Напор на водосливе при расчетном максимальном расходе - 0,23 м

Отметка ребра водослива при максимальном расходе - 4,42 м

2.2. Потери в канале иловой смеси

Отметки в канале в конце расчетного участка у отводящего трубопровода 4,06 0,96

Наполнение в канале - 3,10м

2.2.I. Потери напора на слияние потоков в точке перед отводящим трубопроводом

По формуле 3

$h_{с.п} = 0,15$ м

Наименование	Отметки	
	горизонт воды	дно конструкции

где: ζ - коэффициент местного сопротивления - 3

v - максимальная скорость в канале перед слиянием потоков - 1,0 м/с

2.2.2. Потери на трение по длине канала

По формуле 2

$h_1 = 0{,}005$ м
$h_2 = 0{,}022$ м
$h_3 = 0{,}018$ м

Длина расчетного участка $\ell_1 = 24$ м
$\ell_2 = 24$ м
$\ell_3 = 9$ м

$J = \left(\frac{n\,v}{R^{2/3}}\right)^2$ - гидравлический уклон

$J_1 = 0{,}00022$
$J_2 = 0{,}0009$
$J_3 = 0{,}002$

где: v - скорость потока

$v_1 = 0{,}33$ м/с
$v_2 = 0{,}67$ м/с
$v_3 = 1{,}0$ м/с

n - коэффициент шероховатости аэрируемого канала 0,03

$R = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$ - гидравлический радиус

b - ширина канала

Наименование	Отметки	
	горизонт воды	дно конструкции
h – наполнение в канале		
Суммарные потери по длине канала иловой смеси $\sum h_\ell = h_1 + h_2 + h_3 = 0{,}05$ м		
Сумма потерь напора в канале иловой смеси $\sum h = h_{сп} + h_\ell = 0{,}20$ м		
Отметки в канале в начале расчетного участка	4,26	0,96
Запас на свободный излив струи составит 0,16 м		
Отметка воды в последующем сооружении должна быть ниже на величину потерь напора в отводящей системе, которая определяется при привязке проекта.		

5 . 2. Расчет воздуховодов

Общее гидравлическое сопротивление в воздуховоде h ,м, складывается из потерь на трение по длине и местных сопротивлений:

$$h = h_{тр} + h_м = \frac{\lambda \cdot \ell}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}\gamma + \frac{\xi v^2}{2g}\gamma$$

где: λ – коэффициент сопротивления может быть определен по формуле $\lambda = 0{,}0125 + \frac{0{,}011}{D}$

l и D – длина и диаметр воздуховода, м.
v – скорость движения воздуха в воздуховоде, принимается 10–25 м/с.
g – ускорение свободного падения, м/с2.
γ – удельный вес воздуха после сжатия в воздуходувках, кгс/м^3.
ξ – суммарный коэффициент местных сопротивлений.

Удельный вес воздуха определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{P \cdot T_0 \cdot \gamma_0}{P_0 \cdot T}$$

где: γ и γ_0 – соответственно, удельный вес воздуха после сжатия в воздуходувках и в нормальных условиях кгс/м^3.
P и P_0 – соответственно, давление в воздуховоде по расчету и в нормальных условиях кгс/см^2.
T и T_0 – соответственно, температура воздуха в конце сжатия и в нормальных условиях, ^{0}К.

За нормальные условия всасывания принято давление Po=760 мм рт.ст., что соответствует 1,033 кгс/см^2, температура 293^{0}К (273^0 + 20^0) и удельный вес воздуха γ_0=1,21 кгс/нм^3.

Температура в конце сжатия:

$$T = T_0 \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{K-1}{K}}$$

K=1,4 – показатель адиабаты для воздуха.

Скорость воздуха в воздуховоде определяется по фактическому количеству проходящего воздуха с учетом сжатия.

Фактическое количество проходящего воздуха определяется из общего уравнения состояния газа:

$$\frac{P \cdot V}{T} = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0}$$

где: V и V_0 - соответственно $Q_{факт}$ и $Q_{норм}$

При установке воздуходувок ТВ-175-1,6 ; ТВ-300-1,6 температура в конце сжатия, удельный вес воздуха и фактический расход будут равны:

$$T = 335^0K \longrightarrow 62^0C ; \quad \gamma = 1,6 \text{ кгс/м3} ; \quad Q_{факт} = 0,78\, Q_{норм}$$

При установке воздуходувок , имеющих другое конечное давление , температура воздуха в конце сжатия и удельный вес должны быть пересчитаны.

5.3. Работа аэротенков в режиме нелинейно-рассредоточенного впуска

При работе аэротенка с нелинейно-рассредоточенным впуском сточной воды обеспечивается постоянная удельная нагрузка на активный ил при одновременном повышении средней дозы ила в аэротенке на 20 ÷ 30 %, что позволяет соответственно увеличить производительность аэротенка.

Рекомендуемый режим подачи сточной воды в аэротенк при различном числе рабочих выпусков приведен в таблице.

Порядковый номер впуска	Сосредоточенный расход сточных вод в данном впуске, в % от среднего расхода																				Количество рабочих выпусков
Начальное БПК$_{полн}$ в мг/л	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	
I40-200	I4	I2	I0	8	7	7	7	7	7	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	I2
	I2	I0	8	8	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	I6
	I2	I0	8	7	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	I8
	II	9	7	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	20
200-280	I0	9	8	8	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	I6
	I0	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	I8
	9	8	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	20