

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

902-2- 311

А Э Р О Т Е Н К И

С РАСРЕДОТОЧЕННЫМ ВПУСКОМ СТОЧНЫХ ВОД

АР-4-9,0-5,0

А Л Ь Б О М I

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

15230-01  
ЦЕНА 0-54

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ГОССТРОЯ СССР

Москва, А-445, Смольная ул., 22

Сдано в печать 1978 г.

Заказ № 5362 Тираж 700 экз.

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

15230-01

902-2-311

АЭРОТЕНКИ С РАССРЕДОТОЧЕННЫМ ВЫПУСКОМ СТОЧНЫХ ВОД

АР-4-9,0-5,0

Состав проекта:

- Альбом I - Пояснительная записка
- Альбом II - Технологическая часть. Нестандартизированное оборудование
- Альбом III - Строительная часть. Секция I, II и III
- Альбом IV - Строительная часть. Узлы, детали, сборные железобетонные элементы
- Альбом V - Заказные спецификации
- Альбом VI - С м е т ы

А Л Ь Б О М I

РАЗРАБОТАН  
проектным институтом  
ЦНИИЭП инженерного  
оборудования

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

Главный инженер института

*В. В. Ясников* Ясников

Главный инженер проекта

*С. С. Свердлов* Свердлов

## О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
1. Общая часть	4
2. Технологическая часть	6
3. Строительная часть	10
4. Указания по привязке	22
5. Приложения	24

Записка составлена

Общая и технологическая части

Строительная часть

*Сидор*  
*Жуков*

Старицына

Лоуцкер

Типовой проект разработан  
в соответствии с действующими  
нормами и правилами

Главный инженер

проекта

*И.Свердлов* И.Свердлов

## I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Рабочие чертежи аэротенков с рассредоточенным впуском сточных вод AP-4-9,0-5,0 (секция 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.м<sup>3</sup>/сутки", выполненного ЦНИИЭП инженерного оборудования и утвержденного Госгражданстроем 22 июля 1974 года, приказ № 164.

### I.1. 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 П-32-74. Концентрация загрязнений, поступающих на аэротенки осветленных сточных вод по БПК<sub>полн.</sub> 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 - 36 м (ширина одного коридора - 9 м), длина - 90 м, рабочая глубина - 5,3 м. Изменение длин секций в пределах рекомендуемых размеров 90-114 м производится добавлением вставок длиной 6 м.

Пропускная способность аэротенков 230000 + 400000 м<sup>3</sup>/сутки в зависимости от расчетной концентрации БПК<sub>полн.</sub> 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	Единица измерения	Показатель по секциям		
		Секция I	Секция II	Секция III
Гидравлический объем секции	м <sup>3</sup>	16800-21300	16800-21300	16800-21300
Расчетная пропускная способность секции	м <sup>3</sup> /ч	2430-4730	2430-4730	2430-4730
Строительный объем секции	м <sup>3</sup>	23105	19944	15265
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	4268	3524	2800
Сметная стоимость				
Общая	тыс. руб.	220,99	191,42	171,09
Строительно-монтажных работ	" "	217,79	188,22	167,89
Оборудования	" "	3,2	3,2	3,2
I м <sup>3</sup> сооружения	руб	9,42	9,73	10,99

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

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. 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 общим трубопроводам к распределительному каналу осветленной воды сечением 1800 x 1800 мм. По продольным перегородкам аэротенка устраиваются подающие лотки сечением 1200 x 1200 мм - один лоток на 2 коридора аэротенка. Впуск воды в аэротенк осуществляется через незатопленные регулируемые водосливы, расположенные вдоль подающих лотков через каждые 12 м. Циркулирующей активной ил подается в начало первого коридора каждой секции аэротенка от насосной станции активного ила через иловый канал сечением 1800 x 1800 мм. Впуск циркулирующего ила осуществляется через незатопленные регулируемые водосливы, расположенные в иловой части подающего лотка. В зависимости от принятой схемы работы аэротенков, 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 общим отводящим трубопроводам 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 подающих трубопроводов и в канале иловой смеси перед отводящими трубопроводами устраиваются пазы для съемных щитовых затворов - шандор из антисептированных деревянных брусков размерами 200 x 200 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 воздухопроводом, распределяется по секциям разводящими воздухопроводами, 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 3 ряда фильтросных каналов, в четвертом - по 2 ряда. 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 воздухопроводов и 4-8 м/с для стояков.

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

Равномерно по длине разводящих воздухопроводов 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 аэро- тенка в м <sup>3</sup>	Пропускная способность			Потребный расход воздуха			Общее количество фильт- росных пластин, шт		
		секции м <sup>3</sup> /ч			м <sup>3</sup> /ч			БПК		
		БПК полн.	мг/л		БПК полн.	мг/л		БПК полн.	мг/л	
		140	200	280	140	200	280	140	200	280
90	16800	3730	3000	2430	<u>14900</u> 11600	<u>18000</u> 14000	<u>20700</u> 16100	2500	2970	3400
96	17900	4000	3200	2600	<u>16000</u> 12500	<u>19200</u> 15000	<u>22100</u> 17300	2650	3190	3650
102	19050	4230	3400	2760	<u>16900</u> 13200	<u>20400</u> 15900	<u>23500</u> 18300	2800	3410	3900
108	20150	4480	3600	2920	<u>17900</u> 14000	<u>21600</u> 16900	<u>24800</u> 19400	2900	3630	4100
114	21300	4730	3800	3090	<u>18900</u> 14800	<u>22800</u> 17800	<u>26300</u> 20500	3050	3850	4350

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

#### 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

#### 3.1. 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 бюллетени 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°C
- скоростной напор ветра для I географического района 27 кг/м<sup>2</sup>
- вес снегового покрова для III района 100 кг / м<sup>2</sup>
- рельеф территории спокойный, грунтовые воды отсутствуют
- грунты в основании непучинистые, непросадочные со следующими нормативными характеристиками:  
 $\gamma_0 = 1,8 \text{ т/м}^3$      $\gamma = 20^\circ$      $C^H = 0,02 \text{ кг/см}^2$      $E = 150 \text{ кг/см}^2$  .

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°C
- скоростной напор ветра для I географического района 27 кг/м<sup>2</sup>
- вес снегового покрова для II района 70 кг/м<sup>2</sup>

- расчетная зимняя температура воздуха	- 40°C
- скоростной напор ветра для I географического района	27 кг/м <sup>2</sup>
- вес снегового покрова для IV района	150 кг/м <sup>2</sup>

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 дна и ниже его на 50 см.

Проектом не предусмотрены особенности строительства в районах вечной мерзлоты, на макропористых и водонасыщенных грунтах, в условиях оползней, осипей, 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 III - крайняя без средней разделительной стенки.

Из указанных секций следует набирать требуемый объем сооружения.

Размеры секций в плане соответственно 43,5 x 90 ; 36 x 90 ; 28,5 x 90 м.

Глубина - 5,76 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 140 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.

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

Канал осветленной воли и иловый 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-1; ПС-4) между собой и с угловыми панелями (ПС-2; ПС-5) - шпунтовые, 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.

Расчетная температура наружного воздуха	Наименование конструкции	Проектная марка бетона в возрасте 28 дней		
		По прочности на сжатие кг/см <sup>2</sup>	По морозостойкости МРЗ	По водонепроницаемости ГОСТ 4800-59
- 20°С	стены	200	МРЗ 100	В 4
	днище	200	МРЗ 50	В 4
	лотки	200	МРЗ 150	В 6
- 30°С	стены	200	МРЗ 150	В 6
	днище	200	МРЗ 100	В 4
	лотки	300	МРЗ 200	В 6
- 40°С	стены	300	МРЗ 200	В 6
	днище	200	МРЗ 150	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 шпунтового типа изготавливается в соответствии с "Рекомендациями по замоноличиванию цементно-песчаным раствором стыков шпунтового типа в сборных, железобетонных водосодержащих емкостях (ЦИНИПРОМЗДАНИЙ, 1967 г.)

Все арматурные стыки элементов замоноличиваются плотным бетоном марки "300" на щебне мелкой фракции. Бетонная смесь для замоноличивания стыков должна приготавливаться 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 1:3.

Рабочая арматура диаметром 10 мм и более принята по ГОСТ 5781-75 класса А Ш из стали марки 25Г2С периодического профиля с расчетным сопротивлением  $R_a = 3400$  кг/см<sup>2</sup>, распределительная арматура - по ГОСТ 5781-75 класса А I из стали марки ВСтЗпс2. Требования к арматуре уточняется при привязке проекта по серии 3.900-2 выпуск I табл.3.

В качестве компенсаторов для деформационных швов приняты прокладки резиновые для гидроизоляции швов по 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, разведенном в бензине.

Торкретштукатурка на днище наносится покрусно, для создания технологического уклона. Минимальная толщина торкретштукатурки на днище 20 мм.

Все металлоконструкции, соприкасающиеся с водой, окрашиваются лаком ХСН или ХС-76 за 3 раза

по оштукатурке 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 оштукатурке.

Металлические крошштейны, находящиеся в земле, обетонируются по сетке.

### 3.5. Расчетные положения

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

Стеновые панели ПС-1, 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 пластинок, опертых по контуру и загруженных гидростатическим давлением воды и боковым давлением грунта при различной их комбинации.

Перегородочные панели ПГ-1; ПГ-2; ПГ-3 рассчитаны на ветровую нагрузку, а панели ПГ-1; ПГ-2 также на нагрузку от распределительных лотков.

Днище рассчитано как балка на упругом основании переменного сечения на отчетно-вычислительной машине МИНСК-1 по программе "АРБУС-1" на сосредоточенные усилия, передающиеся через заделку стеновых панелей в пазы днища и равномерно-распределенную нагрузку от воды.

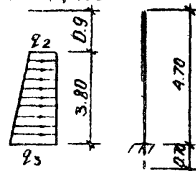
Расчет произведен при модуле деформации грунта  $E = 150 \text{ кг/см}^2$ .



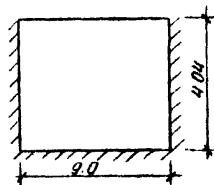
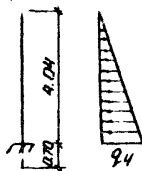
# Расчетные схемы

стенных панелей

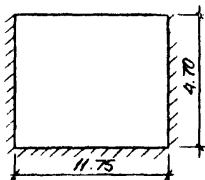
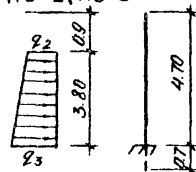
ПС-1; ПС-4



ПС-3



ПС-2; ПС-5



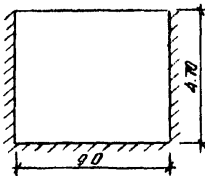
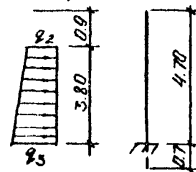
$$q_1 = 4.70 \text{ т/мм}$$

$$q_2 = 0.64 \text{ т/мм}$$

$$q_3 = 5.00 \text{ т/мм}$$

$$q_4 = 4.04 \text{ т/мм}$$

ПС-6; ПС-7





### 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 Ш-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 25-30 см 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 Ш-В.1-70 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.

Уложенная в днище бетонная смесь уплотняется вибраторами, поверхность выравнивается вибро-брусом, 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  $\delta \pm 20$  мм

- в отметках поверхностей на I м плоскости в любом направлении  $\pm 5$  мм

- в размерах поперечного сечения днища  $+5$  мм

- в отметках поверхностей, служащих опорами для сборных железобетонных элементов и монолитных участков стен  $\pm 4$  мм.

Монтаж панелей и замоноличивание стыков.

К монтажу сборных железобетонных панелей разрешается приступать 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.

Монтаж панелей производится с геодезическим контролем.

Выпуски арматуры стеновых панелей свариваются 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.

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

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

Допустимые 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  $\pm 2$  мм
- отклонение от плоскости по длине  $\pm 20$  мм
- зазор между опорной плоскостью элемента и плоскостью дна  $+ 10$  мм
- отклонение от вертикальной плоскости плоскостей панелей стен в верхнем сечении  $\pm 4$  мм.

#### Бетонирование монолитных участков

После установки панелей, устройства стыковых соединений и заделки панелей в пазах дна 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 производится к выпускам арматуры стеновых панелей. Стержни, крепящие опалубку должны располагаться на разных отметках и не должны пересекать стык насквозь.

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

Уложенный бетон должен твердеть в нормальных температурно-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 1 м<sup>2</sup> смоченной поверхности стен и дна; через стыки не наблюдается выхода струек воды, а также не установлено увлажнение грунта в основании.

Все работы до испытания производятся в соответствии с СНиП III-30-74.

## 4. УКАЗАНИЯ ПО ПРИВЯЗКЕ

## Технологическая часть

При привязке типового проекта аэротенков:

- 1) 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 применения шестиметровых вставок уточняется местоположение питовых 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.
- 6) Определяется потребный расход воздуха и проводится расчет магистрального и разводящих воздухопроводов с определением их размеров (см. приложение № 5.2).
- 7) Определяется общее количество фильтровых пластин, исходя из удельного расхода воздуха 80-120 л/мин на одну пластину. Уточняется число рядов фильтровых 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.

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

II) 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  $\gamma$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ ) по расчетным схемам, приведенным в настоящей записке.
- Произвести пересчет дна как балки на упругом основании с применением модуля деформации  $E$ , определенной 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. № 1; № 2 и № 3 серии 3.900-2 выпуск I и таблицы № 3 настоящей записки.
- При строительстве в слабофильтрующих грунтах для отвода верховодки и фильтруемой из сооружения воды, под дном запроектировать пластовый дренаж, связываемый по периметру сооружения с дренажной сетью.

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



## 5. ПРИЛОЖЕНИЯ

## 5.1. Пример гидравлического расчета

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

Исходные данные:

Наименование	Расчетный максимальный секундный расход, м <sup>3</sup> /с	Расход для расчета лотков и трубопроводов (K=1,4), м <sup>3</sup> /с
Секция аэротенка (L=90м)		
Осветленная вода	1,04	1,46
Циркулирующий активный ил	0,62	0,87
Иловая смесь после аэротенков	1,66	2,33
4 секции аэротенков		
Осветленная вода	4,16	5,84
Циркулирующий активный ил	2,48	3,48
Иловая смесь после аэротенков	6,64	9,32

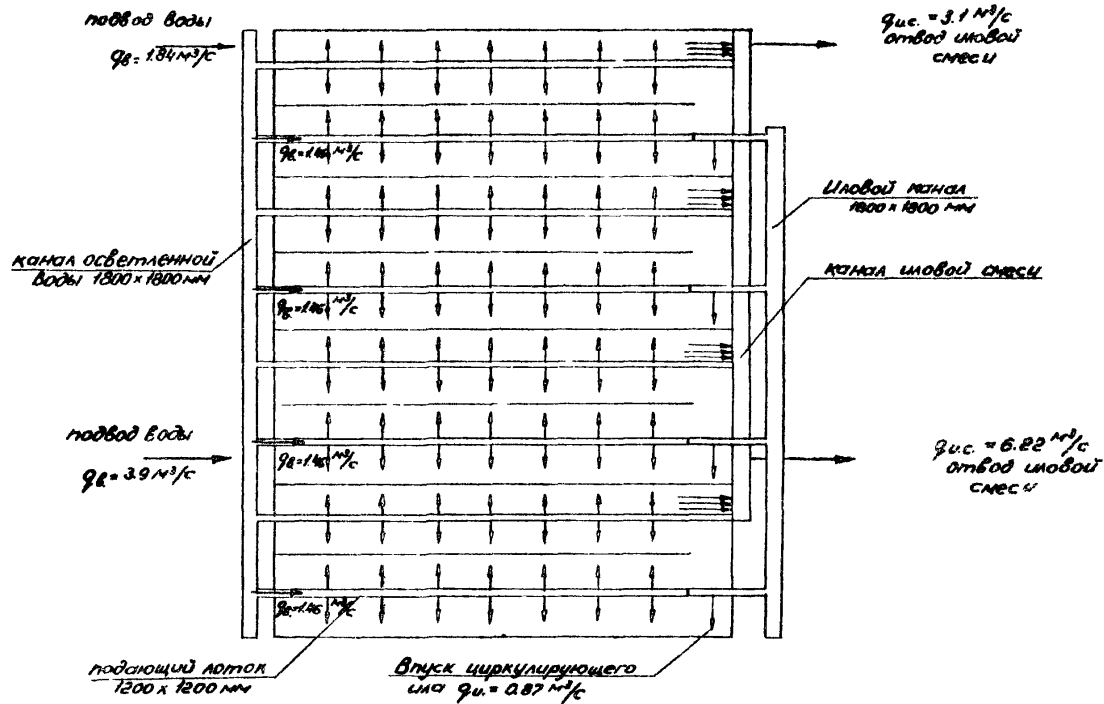


Рис. 1

Гидравлический расчет произведен в направлении, обратном движению воды.

Наименование	Отметка	
	Горизонт воды	дно конструкции

### I. Подводящая система

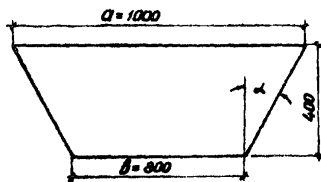
(Участок от канала осветленной воды до впуска воды в аэротенк)

Горизонт воды в аэротенке

5,30

#### I.1. Напор на ребре впускного водослива

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



Наименование	Отметка	
	горизонт воды	дно конструкции

Расчет произведен при условии поступления сточной воды в секцию аэротенка по одному подающему лотку через четыре трапециевидальных водосливных отверстия

Расчетный расход на один водослив  $q = 0,36$  м<sup>3</sup>/с (при равномерном распределении)

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

$$q = m(b + 0,8 \operatorname{tg} \alpha H) H \sqrt{2gH} \quad (1) \quad H = 0,39 \text{ м}$$

где:  $m$  - коэффициент расхода - 0,42  
 $b$  - длина порога - 0,8 м

Отметка порога водослива (с учетом запаса на неподтопление - 0,1 м).

5,40

Отметки в подводящем лотке

5,79

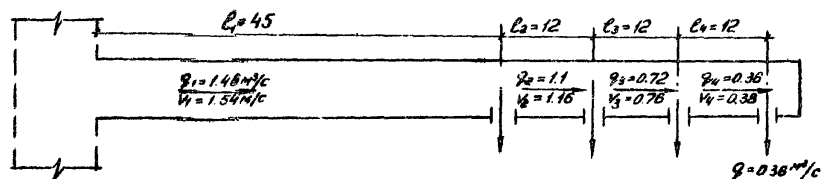
5,00

Наполнение в лотке - 0,79 м

-----  
 Наименование

-----  
 ОТМЕТКИ  
 ГОРИЗОНТ ДНО КОН-  
 ВОДЫ СТРУКЦИИ  
 -----

### I.2. Потери напора в подающем лотке



#### I.2.1. Потери напора по длине лотка

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

где:  $l$  - длина расчетного участка лотка

$$J = \left( \frac{n \cdot v}{R^{4/3}} \right)^2 \quad \text{- гидравлический уклон}$$

$n$  - коэффициент шероховатости для  
 ж.б. лотков - 0,0137

$v$  - скорость потока в лотке

$R = \frac{\omega}{X}$  - гидравлический радиус - 0,34

$$\begin{aligned} h_1 &= 0,084 \text{ м} \\ h_2 &= 0,012 \text{ м} \\ h_3 &= 0,005 \text{ м} \\ h_4 &= 0,001 \text{ м} \\ J_1 &= 0,00187 \\ J_2 &= 0,001 \\ J_3 &= 0,00046 \\ J_4 &= 0,000114 \\ v_1 &= 1,54 \text{ м/с} \\ v_2 &= 1,16 \text{ м/с} \\ v_3 &= 0,78 \text{ м/с} \\ v_4 &= 0,38 \text{ м/с} \end{aligned}$$

-----  
 Наименование

-----  
 Отметка  
 горизонт дно конструк-  
 ции  
 -----

где:  $\omega = b \cdot h$  - площадь живого сечения лотка - 0,95 м<sup>2</sup>

$b$  - ширина лотка - 1,2 м

$h$  - наполнение в лотке - 0,79 м

$\lambda = b + 2h$  - смоченный периметр - 2,78 м

Суммарные потери по длине подающего лотка

$$\sum h_{\ell} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad \sum h_{\ell} = 0,14$$

1.2.2. Местные потери на разделение потока

$$h_{\text{м}} = \xi \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

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
$q_1/q_2 = 0,5$	0,57	0,00
$q_2/q_1 = 0,65$	0,96	0,1
$q_1/q_1 = 0,75$	1,35	0,15

-----  
 Наименование

-----  
 Отметки

-----  
 горизонт дно конст-  
 воды рукции

Суммарные потери напора на разделение потока - 0,016 м

Потери напора в подающем лотке

$$\sum h_l + \sum h_m \quad h = 0,116 \text{ м}$$

Отметки в начале подающего лотка

5,90

5,00

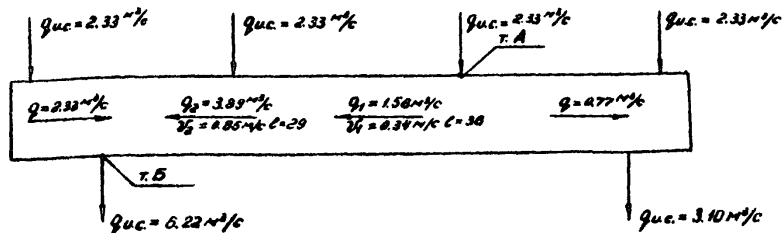
Наполнение в лотке  $h = 0,90 \text{ м}$

Расчет канала осветленной воды выполняется при привязке проекта.

## 2. Отводящая система

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 отводящих трубопроводов выполняется при привязке проекта.



## Наименование

Отметка	
горизонт воды	дно конструк- ции

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

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

где:  $q_{и.с}$  - расход иловой смеси при расчетном максимальном расходе  
- 1,66 м<sup>3</sup>/с  
 $m$  - коэффициент расхода - 0,42  
 $b$  - ширина водослива - 7,5 м

Напор на водосливе при расчетном максимальном расходе - 0,24 м  
Отметка ребра водослива при максимальном расходе - 5,06 м.

## 2.2. Потери в канале иловой смеси

Отметка в канале в конце расчетного участка и отводящего трубопровода 4,75  
Наполнение в канале - 3,69

1,06

2.2.1. Потери напора на слияние потоков в точке перед  
отводящим трубопроводом

По формуле 3

$$h_{с.п.} = 0,11 \text{ м}$$

где:  $\xi$  - коэффициент местного сопротивления - 3

$v$  - максимальная скорость в канале перед слиянием потоков  
- 0,8 м/с.



-----  
 Наименование  
 -----

-----  
 Отметки  
 горизонт дно конст-  
 воды рукции  
 -----

### 2.2.2. Потери на трение по длине канала

По формуле 2

$$h_1 = 0,008 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,043 \text{ м}$$

Длина расчетного участка

$$l_1 = 36$$

$$l_2 = 29$$

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

$$J_1 = 0,00024$$

$$J_2 = 0,0015$$

где:  $V$  - скорость потока

$$V_1 = 0,34 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 0,85 \text{ м/с}$$

$n$  - коэффициент шероховатости  
 аэрируемого канала 0,03

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

$b$  - ширина канала

$h$  - наполнение в канале

Суммарные потери по длине канала иловой смеси

$$\sum h_e = h_1 + h_2 = 0,05 \text{ м}$$

Наименование	Отметки	
	горизонт воды	дно конст- рукция
Сумма потерь напора в канале иловой смеси		
$\Sigma h = h_{c.n.} + h_e = 0,16 \text{ м}$		
Отметки в канале в начале расчетного участка	4,91	1,06
Запас на свободный излив струи составит 0,15 м		
Отметка воды в последующем сооружении должна быть ниже на величину потерь напора в отводящей системе, которая определяется при привязке проекта		

## 5.2. Расчет воздухопроводов

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

$$h = h_{тр.} + h_m = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma + \frac{\xi \cdot v^2}{2g} \gamma$$

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

$l, D$  - длина и диаметр воздуховода, м

$v$  - скорость движения воздуха в воздуховоде, принимается 10-25 м/с

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>

$\gamma$  - удельный вес воздуха после сжатия в воздуходувках, кгс/м<sup>3</sup>

$\xi$  - суммарный коэффициент местных сопротивлений

Удельный вес воздуха определяется по формуле:

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

где:  $\gamma$  и  $\gamma_0$  - соответственно, удельный вес воздуха после сжатия в воздухопроводах и в нормальных условиях кгс/м<sup>3</sup>

$P$  и  $P_0$  - соответственно, давление в воздуховоде по расчету и в нормальных условиях кгс/см<sup>2</sup>.

$T$  и  $T_0$  - соответственно, температура воздуха в конце сжатия и в нормальных условиях, °К

За нормальные условия всасывания принято давление  $P_0 = 760$  мм рт.ст., что соответствует 1,033 кгс/см<sup>2</sup>, температура 293°К (273° + 20°) и удельный вес воздуха  $\gamma_0 = 1,21$  кгс/м<sup>3</sup>

Температура воздуха 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:

$$T = 335^{\circ}\text{К} \longrightarrow 62^{\circ}\text{С}; \quad \gamma = 1,6 \text{ кгс/м}^3; \quad Q \text{ факт.} = 0,780 Q \text{ норм.}$$

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

