

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

902-2- 427.86

БЛОК ПРЕАЭРАТОРЫ-ОТСТОЙНИКИ ПЕРВИЧНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ

(3 типоразмера)

АЛЬБОМ I

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ГОССТРОЯ СССР

Москва А-445. Смольная ул. 22

Сдано в печать VII 1987 года

Заказ № 6161

Тираж 510

лзз

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ  
902-2- 427.86

21724-01

Блок преараторы-отстойники первичные горизонтальные  
(3 типоразмера)

### СОСТАВ ПРОЕКТА

- Альбом I - Пояснительная записка
- Альбом II - Технологическая и электротехническая части
- Альбом III - Строительная часть. Конструкции железобетонные
- Альбом IV - Строительные изделия
- Альбом V - Спецификации оборудования
- Альбом VI - Ведомости потребности в материалах
- Альбом VII - Сметы

Применяемые типовые материалы:

Серия 3.90I-I3- Выпуск 2. Колонка управления задвижками Ду 200-400 мм  
с электрическим приводом типа Б

### АЛЬБОМ I

Разработан ЦНИИЭП  
инженерного оборудования

Главный инженер института  
Главный инженер проекта



Утвержден Госгражданстроем  
5 сентября 1986г.  
Приказ № 280  
Введен в действие институтом  
Приказ № 58 от 19 сентября 1986г.  
А.Кетаов  
М.Сирота

## СОДЕРЖАНИЕ АЛЬБОМА

	Стр.
1. Общая часть	3-4
2. Технологическая часть	5-10
3. Строительная часть	II-19
4. Электротехническая часть	19-20
5. Указания по привязке	20-22
6. Приложения:	
1. Пример гидравлического расчета	23-30
2. Показатели изменения сметной стоимости	31-49

## Записка составлена

Общая и технологическая части		Э.Б.Левина
Архитектурно-строительная часть		Т.Б.Лоуцкер
Электротехническая часть		Т.И.Мосеенко

Типовой проект разработан в соответствии с действующими нормами и правилами.

Главный инженер проекта



М.Н.Сирота

## I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Рабочий проект типовых проектов "Блок преаэраторов-отстойников первичных горизонтальных" разработан по плану типового проектирования Госгражданстроя на 1986-1987 г.г. на основании задания, утвержденного Госгражданстроем 17 декабря 1985 г.

Проект разработан в соответствии со СНиП 2.04.03-85.

### I.1. Назначение и область применения

Блоки преаэраторы-отстойники горизонтальные предназначены для применения в составе станций биологической очистки сточных вод в аэротенках с целью выделения взвешенных веществ после решеток и песколовок.

Преаэраторы обеспечивают снижение содержания взвешенных веществ сверх достигаемого в первичных отстойниках, поэтому их следует применять при концентрации взвешенных веществ в очищаемой воде свыше 300 мг/л.

Блоки преаэраторы-отстойники следует применять в комплексе с насосной станцией песколовок и первичных горизонтальных отстойников по типовому проекту 902-2-389.84 (ЦНИИЭП инженерного оборудования).

### I.2. Основные проектные решения

Типовые проекты преаэраторов-отстойников разработаны на 3 типоразмера. Предусмотрена возможность компоновки 4, 6 и 8 отделений. Приняты размеры одного отделения: ширина 9 м, длина преаэратора 9 м, длина отстойника 30 м, гидравлическая глубина воды в отстойнике 3,52 м, глубина зоны отстаивания 3,22 м.

Откачка сырого осадка из отстойников может производиться по двум режимам: непрерывно, если на станции принято совместное уплотнение сырого осадка и избыточного ила, или периодические, если осадок не уплотняется перед дальнейшей обработкой.

### 1.3. Основные показатели проекта

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

Показатель	Един. изм.	Блок преаэраторы-отстойники первичные горизонтальные шириной 9 м 4 отделения 6 отделений 8 отделений			Примечание
I	2	3	4	5	6
Расчетный расход сточных вод	м <sup>3</sup> /ч	2260	3124	4317	
Полезная емкость блока преаэратора-отстойника	м <sup>3</sup>	5000,8	7501,2	10001,6	
Строительный объем	"	5500	8328	11156	
Сметная стоимость					
- общая	тыс.руб.	151,0	223,49	295,21	
- строительно-монтажных работ	"	124,68	184,01	242,57	
- оборудования	"	26,32	39,48	52,64	
- 1 м <sup>3</sup> полезной емкости	руб	30,20	29,79	29,52	

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Принцип работы блока преаэратора-отстойника

В преаэраторах сточная вода кратковременно аэрируется с избыточным активным илом, при этом происходит флокуляция и коагуляция мелкодисперсных взвешенных частиц и увеличивается гидравлическая крупность образующихся хлопьев, которые поступают в первичный отстойник. Одновременно в преаэраторе происходит окисление части легкоокисляемых растворенных органических веществ. По данным СНиП 2.04.03-85 увеличение эффективности задержания загрязнений в отстойнике после преаэратора составляет 20-25%.

### 2.2. Распределение и сбор воды

Блок преаэраторов-отстойников запроектирован с аэрируемым распределительным лотком, обеспечивающим равномерное распределение воды по сооружениям. Интенсивность аэрации сточной воды в лотке принята 2 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.час.

Из распределительного лотка сточная вода поступает в каждое отделение преаэратора.

В преаэраторы подается от 50 до 100% избыточного активного ила, образующегося на станции.

Смесь сточной воды и ила продувается воздухом из расчета 0,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> сточной воды. В качестве аэраторов применены дырчатые трубы. Воздух для аэрации распределительного канала и преаэраторов подается от насосно-воздуходувной станции.

Сбор воды в отстойнике осуществляется с помощью зубчатых водосливов. Сборный лоток предусмотрен с двухсторонним переливом воды, при максимальной нагрузке на I п. м водослива 9,4 л/с.

Осветленная сточная вода от каждого отстойника по трубопроводу поступает в общий отводящий трубопровод, разделенный на участки задвижками. К каждому участку подводится вода от двух отде-

ний отстойников и далее поступает на соответствующую секцию аэротенка. Отвод осветленной воды на аварийный сброс осуществляется от общего обводного трубопровода через опломбированную задвижку.

Для отключения отделения отстойников в распределительном лотке перед впускными трубопроводами установлены щитовые затворы.

### 2.3. Удаление осадка и плавающих веществ

Осадок, выпавший из сточных вод, сгребается скребковым механизмом в иловой приямок, расположенный в начале отстойника и откачивается насосами, установленными в насосной станции песколовок и первичных горизонтальных отстойников.

Удаление плавающих веществ осуществляется с поверхности отстойника скребковым механизмом в поворотную трубу с щелевидными прорезями, расположенную в начале отстойника. Трубу поворачивают так, чтобы прорези оказались ниже уровня воды в отстойнике. Плавающие вещества с некоторым количеством воды поступают в нее, отводятся в колодец и далее к насосной станции, где расположены насосы плавающих веществ.

### 2.4. Расчетные параметры блока преаэратора-отстойника

Наименование	Единица измерения	Показатели	
		преаэратор	отстойник
I	2	3	4
Ширина отделения	м	9	9
Длина	"	9	30

902-2- 427.86

(I)

7

21724- 01

I	2	3	4
Гидравлическая глубина	м	3,54	3,52
Глубина зоны отстаивания	"	-	3,22
Высота нейтрального слоя	"	-	0,3
Рабочий объем	м3	286,7	950,4
Объем илового приямка	"	-	13,1
Расход воздуха	м3/ч	426	-

## 2.5. Технологические расчеты

Наименование	Единица измерения	Производительность очистных сооружений м3/сутки		
		35000	50000	70000
I	2	3	4	5
Расчетный максимальный расход	м3/час	2260	3124	4317
Концентрация взвешенных веществ в исходной воде	мг/л		<u>325</u> 425	

I	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Концентрация взвешенных веществ  
после преаэратора (принимается)  
в соответствии с п.6.116 СНиП  
2.04.03-85 условно для проведе-  
ния расчета отстойника

250

340

Время отстаивания в цилиндре  
 $h_i = 500$  мм при эффективности  
осветления 50%

1944

1680

Гидравлическая крупность  
частиц  $И_0$

мм/с

3,43

3,97

$$И_0 = \frac{1000 H_{set} K_{set}}{t_{set} \left( \frac{K_{set} H_{set}}{h_i} \right)^{n^2}}$$

$$И_{01} = \frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 3,22}{1944 \left( \frac{0,5 \cdot 3,22}{500} \right)^{0,25}}$$

$$И_{02} = \frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 3,22}{1680 \left( \frac{0,5 \cdot 3,22}{500} \right)^{0,25}}$$

I	2	3	4	5
Производительность одного отделения отстойника при длине 30 м и ширине 9 м				
$q_{set} = 3,6 K_{set} L_{set} B_{set} (U_0 - U_{ге})$				
$q_{set} = 3,6 \times 0,5 \times 30 \times 9 (3,43 - 0,05) \text{ м}^3/\text{ч}$			<u>1643</u>	
$q_{set} = 3,6 \times 0,5 \times 30 \times 9 (3,97 - 0,05)$			<u>1905</u>	
Принятое количество отделений	шт	4	6	8
Фактическая скорость в проточной части $v = \frac{Q}{3,6 \cdot H_{set} \cdot B_{set}}$	мм/с	5,54	5,10	5,29
Концентрация БПК полн неосветленной жидкости	мг/л		<u>373</u>	
			489	
Количество избыточного ила отнесенное к расходу сточной воды (100%)	г/м <sup>3</sup>		<u>178</u>	
			198	
Количество сухого вещества ила	т/сут	<u>6,2</u>	<u>8,9</u>	<u>12,5</u>
		6,9	9,9	13,9

902-2- 427.66

(I)

IO

21724-01

I	2	3	4	5
Объем ила при влажности 99,6%	м3/сут	<u>1550</u> 1725	<u>2225</u> 2475	<u>3125</u> 3475
То же	м3/ч	<u>64,58</u> 71,88	<u>92,71</u> 103,13	<u>130,21</u> 144,79
Расчетный расход сточной воды на преаэратор принимается с учетом возможности интенсификации работы блока с $K=1,4$	м3/ч	3164	4374	6044
Суммарный расход воды и ила, поступающий в преаэратор	м3/ч	<u>3228,58</u> 3235,88	<u>4466,71</u> 4477,13	<u>6170,21</u> 6188,79
Время аэрации	мин		20	
Требуемый объем преаэратора	м3	<u>1076</u> 1079	<u>1489</u> 1493	<u>2057</u> 2063
Объем одного отделения преаэратора (9,0x9,0x3,54)	м3		286,7	
Количество отделений	шт	4	6	8
Фактическая емкость преаэратора	м3	1120	1680	2240

### 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 227-82 и серией 3.900-3.

Расчетная зимняя температура наружного воздуха минус 30°C.

Скоростной напор ветра для I географического района - 0,265 кПа.

Вес снегового покрова для III района - 0,981 кПа

Рельеф территории спокойный. Грунтовые воды отсутствуют. Грунты в основании непучинистые, непросадочные, со следующими нормативными характеристиками:

$\varphi^H = 0,49$  рад или  $28^\circ$ ;  $C^H = 2$  кПа (0,02 кгс/см<sup>2</sup>);  $E = 14,7$  МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>)

$\gamma = 1,8$  т/м<sup>3</sup>.

Коэффициент безопасности по грунту  $K=I$ .

Сейсмичность района строительства не выше 6 баллов.

#### 3.2. Объемно-планировочные решения

Блоки преазраторы - первичные горизонтальные отстойники - прямоугольные сооружения, состоящие из четырех, шести или восьми отделений, размерами в плане соответственно 36x39; 54x39; 72x39 и глубиной 3,89.

В проекте разработаны четыре секции сооружения:

I, II - крайние

III - средняя с деформационным швом

IV - средняя без деформационного шва

Из этих секций можно скомпоновать сооружение требуемого объема. Компоновочные схемы представлены на листе КЖ2.

### 3.3. Конструктивные решения

Днище - плоское из монолитного железобетона. Армируется сварными сетками и каркасами. Стены из сборных железобетонных панелей по серии 3.900-3, вып. 3/82; заделываемых в паз днища.

Наружные углы стен - монолитные железобетонные. Лотки из железобетонных элементов по серии 3.900-3, вып.8. Подводящий лоток устанавливается на опоры из бетонных блоков по ГОСТ 13579-78.

Сборные лотки устанавливаются на металлические кронштейны.

Рельсы для скребкового механизма укладываются по сборным железобетонным плитам серии 3.006-I-2/82.

Стыки стеновых панелей шпоночные, выполняются путем инъектирования зазора между панелями цементно-песчаным раствором. Стыки стеновых панелей в местах пересечения стен - гибкие, в виде шпонки, заполняемой тиоколовым герметиком. Шпонка выполняется путем залива жидкого тиоколового герметика "Гидром-П" между двумя шнурами гернита, помещенными в зазор стыка. Шнуры гернита, играющие роль упругой прокладки для тиоколового герметика, закрепляются в зазоре стыка цементным раствором.

Применяемый герметик должен обеспечивать заполнение канала стыка без пустот и область необходимой деформативностью, прочность и адгезией к бетону в условиях постоянного увлажнения его в напряженном состоянии.

Требования, предъявляемые к качеству герметика, приведены в серии 3.900-3, выпуск I/82.

Бетонная подготовка и технологическая набетонка выполняются из бетона М50.

Для торкретштукатурки применяется цементно-песчаный раствор состава 1:2.

Ограждения и лестницы металлические.

Рабочая арматура принята по ГОСТ 5781-82 класса АIII из стали марки 25Г2С с расчетным сопротивлением 3750 кгс/см<sup>2</sup>. Распределительная арматура по ГОСТ 5781-82 класса AI из стали марки ВСТ 3 КП 2 с расчетным сопротивлением 2300 кгс/см<sup>2</sup>.

Для железобетонных конструкций дна бетон принят проектных марок В20; W<sub>4</sub>; F<sub>50</sub>; для стен В20; W<sub>4</sub>; F<sub>150</sub>; для лотков В20; W<sub>4</sub>; F<sub>300</sub>.

Требования к бетону по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и виду цемента для его приготовления уточняются при привязке проекта по серии 3.900-3, выпуск I/82; СНиП 2.04.02-84 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения" п.14.24 в зависимости от расчетной зимней температуры наружного воздуха.

Заделка стеновых панелей в паз производится плотным бетоном марки В30 на щебне мелкой фракции и напрягающем цементе. Бетонная смесь для заделки стеновых панелей должна приготавливаться в соответствии с "Рекомендациями по замоноличиванию вертикальных и горизонтальных стыков емкостей бетоном (раствором) на напрягающем цементе (НИИЖБ, 1968 г.).

В качестве компенсаторов для деформационных швов приняты прокладки резиновые для гидроизоляционных шпонок ТУ38-135831-75, выпускаемые Свердловским заводом РТИ Министерства нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР.

#### 3.4. Отделка и мероприятия по защите от коррозии

Днище и монолитные участки стен со стороны воды торкретируются на 25 мм с последующей затиркой цементным раствором.

Со стороны земли монолитные участки стен затираются цементно-песчаным раствором. Все металлоконструкции, соприкасающиеся с водой, окрашиваются лаком ХВ-78 по ГОСТ 7313-75\* за три раза по огрунтовке ХС-О10 за два раза.

Все закладные детали оцинковываются. Нарушенное сваркой цинковое покрытие восстанавливается методом металлизации.

Все прочие металлические конструкции окрашиваются масляной краской по ГОСТ 8292-75 за два раза по грунтовке.

### 3.5. Расчетные положения

Стены рассчитаны как консольные плиты на нагрузки от гидростатического давления воды и бокового давления грунта при различной их комбинации с учетом вертикальной нагрузки от лотков и скребкового механизма.

Днище рассчитано как балка на упругом основании переменного сечения, на счетно-вычислительной машине МИНСК-I по программе В10 на сосредоточенные усилия, передающиеся через заделку стеновых панелей в пазы днища и равномерно-распределенную нагрузку от воды.

Расчет произведен при модуле деформации  $E=14,7$  МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>).

### 3.6. Соображения по производству работ

Земляные работы должны выполняться с соблюдением требований СНиП Ш-8-76.

Способы разработки котлована и планировки дна должны исключать нарушение естественной струк-

902-2-427.86

(I)

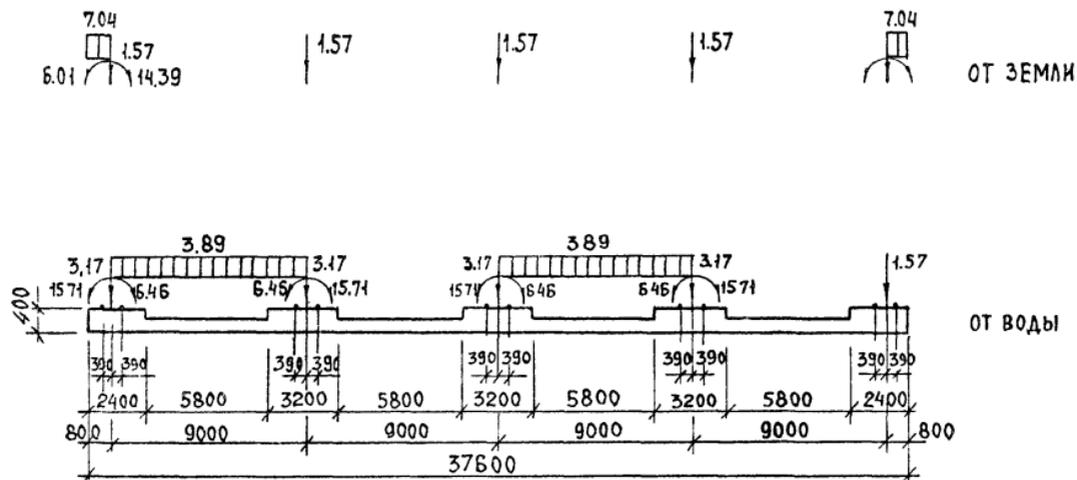
I5

21724-01

туры грунта основания.

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

## РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ ДНИЩА



Сосредоточенные нагрузки в тс; сосредоточенные моменты в тсм;  
 равномерно-распределительные нагрузки в тс/м

Перед бетонированием дна 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 вибратором, поверхность выравнивается вибробрусом, для чего при бетонировании применяются переносные маячные рейки.

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

прочность и плотность бетона;

соответствие размеров и отметок дна проектным данным;

наличие и правильность установки закладных деталей;

отсутствие в днище выбоин, обнажений арматуры, трещин и т.д.

Отклонения размеров дна от проектных не должны превышать:

в отметках поверхностей на I и плоскости в любом направлении  $\pm 5$  мм;

в отметках поверхностей паза зуба  $\pm 4$  мм.

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

Непосредственно перед установкой панелей пазы дна очищаются и обрабатываются пескоструй-

ным аппаратом, промываются водой под напором и на дно паза наносится слой выравнивающего цементно-песчаного раствора до проектной отметки.

Монтаж панелей производится с геодезическим контролем. Приемка законченных монтажных работ, а также промежуточные приемки производятся в соответствии со СНиП Ш-16-80. При монтаже панелей особое внимание уделять замоноличиванию панелей в днище (см. указания серии 3.900-3, вып.2/82).

Допускаемые отклонения при монтаже устанавливаются в соответствии со СНиП Ш.16-80 и ГОСТ 21778-81, 21779-82 и не должны превышать следующих величин:

Несовмещаемость установочных осей  $\pm 2$  мм

отклонение от плоскости по длине  $\pm 20$  мм

Зазор между опорной плоскостью и плоскостью днища + 10 мм

отклонение от вертикальной плоскости панелей в верхнем сечении  $\pm 4$  мм

После установки панелей, устройства стыковых соединений и заделки панелей в пазы 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 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.

Уложенный бетон твердеть должен в нормальных температурно-влажностных условиях.

Допускаемые отклонения при сооружении монолитных участков стен устанавливаются такие же, как и при монтаже панелей.

Гидравлическое испытание производится на прочность и водонепроницаемость до засыпки котла-на 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-ти суток после заполнения водой.

Сооружение признается выдержавшим испытание, если убыль воды за сутки не превышает 3 л на 1 м<sup>2</sup> смоченной поверхности стен и днища; через стыки не наблюдается выход струек воды, а также не установлено увлажнение грунта в основании.

Все работы по испытанию производятся в соответствии со СНиП Ш-30-74.

#### 4. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

##### 4.1. Силовое электрооборудование

В электротехнической части проекта предусмотрено управление электродвигателями скребкового механизма и задвижкой на выпуске осадка из отстойника.

Для скребкового механизма предусмотрено два вида управления: опробование и сблокированный

режим. Управление электродвигателями скребкового механизма осуществляется с электрошкафа, поставляемого комплектно. Электрошкаф установлен на самоходной тележке. Кабель для питания электрошкафа (комплектная поставка) крепится троссом вдоль канала.

Управление задвижкой осуществляется из насосной станции песколовок и первичных горизонтальных отстойников. Для обеспечения безопасности у двигателя задвижки предусмотрен пакетный выключатель. Аппараты управления задвижками учтены в проекте насосной станции.

#### 4.2. Защитное зануление и заземление

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала электроаппаратура зануляется путем присоединения к нулевой жиле питающих кабелей, которая должна быть присоединена к нулевой точке трансформатора.

### 5. УКАЗАНИЯ ПО ПРИВЯЗКЕ ПРОЕКТА

#### 5.1. Технологическая часть

1. Определить по максимальному расчетному расходу потребный объем сооружений.
2. Подбирать количество отделений отстойников в увязке с принятым числом секций аэротенков и очередностью строительства.
3. Составить схему обработки осадков, в частности, выявить целесообразность совместного уплотнения смеси ила и осадка (пульпы) из первичных отстойников в осадкоуплотнителях с перемешивающим устройством.

4. Определить режим удаления осадка.
5. Произвести поверочный гидравлический расчет распределительных и сборных лотков (пример гидравлического расчета см. приложение I).
6. Уточнить трассировку, высотное расположение и конструкцию общего отводящего трубопровода, а также других трубопроводов и коммуникаций в увязке с общеплощадочными сетями.

### 5.2. Электротехническая часть

- I. Заполнить на листах соответствующие переменные величины, для которых оставлены прямоугольники.
2. Уточнить марку и длину подводящего кабеля от насосной станции песколовок и первичных горизонтальных отстойников до клеммных коробок.

### 5.3. Строительная часть

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

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

3. При строительстве в слабофильтрующих 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 выноса частиц грунта подстилающих слоев, а также на мероприятия, обеспечивающие бесперебойную работу дренажа в период строительства и эксплуатации сооружения.

## Пример гидравлического расчета

Расчет произведен для отстойника из четырех отделений.

Расчетный максимальный расход сточных вод на одно отделение

$$q_{\text{с}} = 0,157 \text{ м}^3/\text{с}$$

Расчетный расход избыточного активного ила на одно отделение

$$q_{\text{и}} = 0,005 \text{ м}^3/\text{с}$$

Расчетный расход смеси на одно отделение

$$q_{\text{см}} = 0,162 \text{ м}^3/\text{с}$$

Расход для расчета подводящей и отводящей систем (K=I,4)

$$q_{\text{р}} = 0,227 \text{ м}^3/\text{с}$$

Расчеты сведены в таблицу.

преаэратор

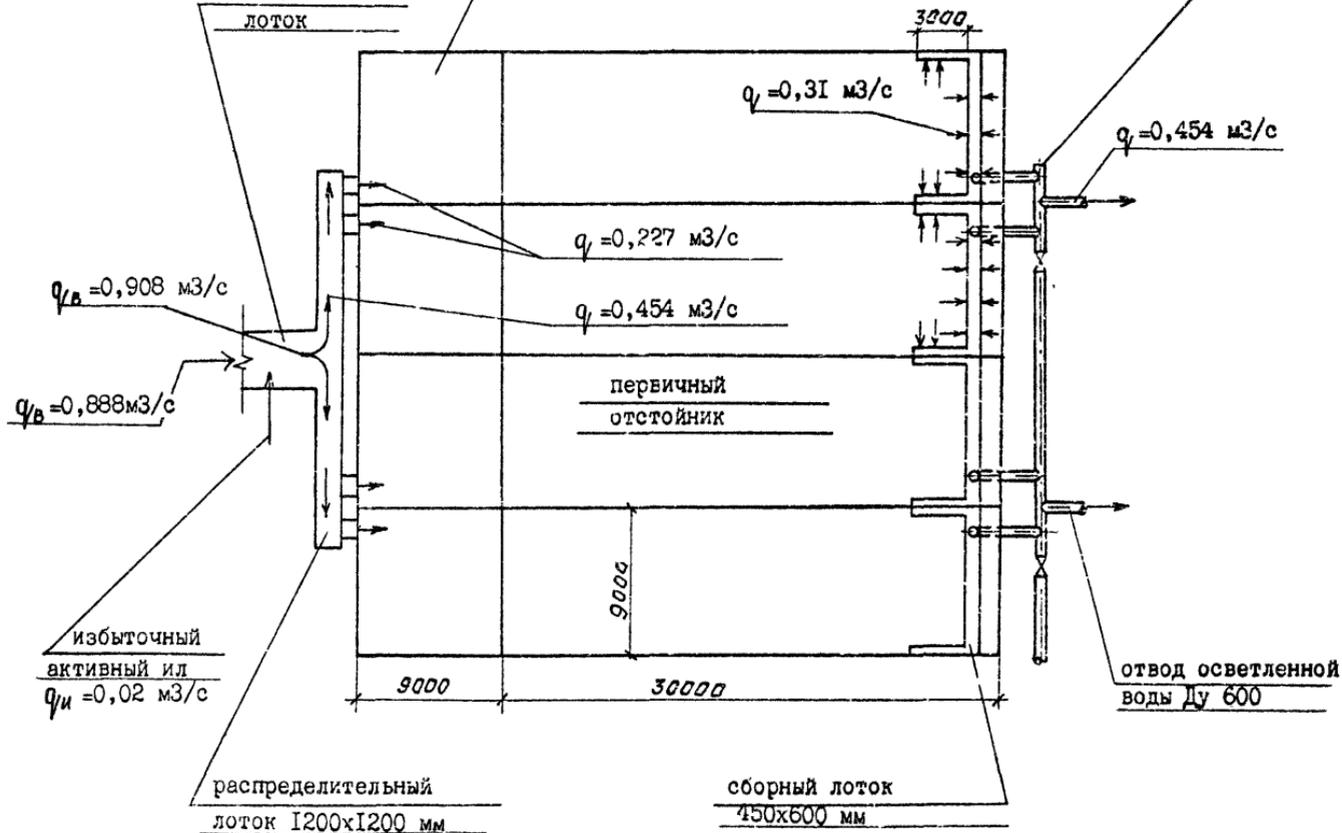
подводящий  
лоток

Рис. I

Расчеты	Отметки	
	горизонт воды	дно сооружения
I	2	3

I. Подводящая система преаэраторов  
и отстойников

(участок от подводящего лотка  
до впуска воды в отстойник)

Расчет произведен в направлении обратном  
движению воды

Горизонт воды в отстойнике принят

3,52

I.I. Напор на ребре водослива при  
впуске в отстойник

Переливная кромка выполнена в виде  
подтопленного водослива с тонкой  
стенкой

$$q_p = m \sqrt{2g} H^{3/2} \quad (I),$$

где:  $m$  - коэффициент расхода,

$$m = m' \cdot \sigma_n$$

$$m' = 0,4$$

I

2

3

$\sigma_n$  - коэффициент подтопления

$b$  - ширина водослива, м

$H$  - напор на водосливе, м

$$\sigma_n = 1,05 \left( 1 + 0,2 \frac{h_n}{P_n} \right) \sqrt[3]{\frac{\mathcal{Z}}{P_n}} \quad (3)$$

$h_n$  - глубина подтопления, м

$P_n$  - высота водосливной стенки, м

$\mathcal{Z}$  - перепад на водосливе, м

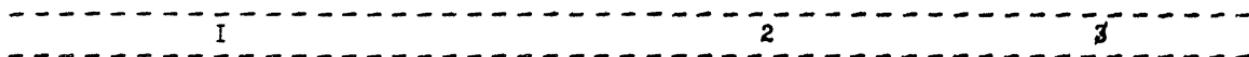
$$\sigma_n = 1,05 \left( 1 + 0,2 \frac{0,16}{3,29} \right) \sqrt[3]{\frac{0,02}{3,29}} = 0,193$$

$$H = \sqrt[3]{\left( \frac{0,227}{0,193 \cdot 0,4 \cdot 4,42 \cdot 9} \right)^2} = 0,177 \text{ м}$$

I.2. Потери напора при входе в преэватор

I.2.I. Потери на внезапное расширение потока при выходе из трубы Ду 600 в преэватор:

$$h_p = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \quad (4) \quad h_p = 0,03$$



где:  $V_1$  - скорость в трубопроводе Ду 600  
 - 0,77 м/с

$V_2$  - скорость в преазраторе  
 - 0,0027 м/с

I.2.2. Потери на внезапное сужение при входе в трубу Ду 600

$$h_c = \varphi \frac{V_1^2}{2g} \quad (5) \quad h_c = 0,015$$

$\varphi$  - коэффициент местного сопротивления - 0,5

I.2.3. Потери на трение по длине трубопровода

$$h_{тр} = \gamma \ell \quad (6) \quad h_{тр} = 0,06 \text{ м}$$

где:  $\ell$  - длина трубопровода - 1,5 м

$$\gamma = \left( \frac{\rho \cdot V_1}{R^{2/3}} \right)^2 \quad (7)$$

$\gamma$  - гидравлический уклон  
 - 0,04

I	2	3
---	---	---

$\lambda$  - коэффициент шероховатости  
для стальной трубы - 0,013

$R$  - гидравлический радиус - 0,125

Суммарные потери при входе в лоток

$$\sum h = h_p + h_c + h_{1p} \quad \sum h = 0,085$$

Отметки в распределительном лотке перед  
входом в преаэратор

3,58

2,75

Наполнение в лотке 0,83 м

I.3. Потери напора в распределительном  
лотке

I.3.1. Потери напора на резкий поворот  
потока на  $90^\circ$  по формуле 5

$$h_{p, \lambda} = 0,005 \text{ м}$$

где:  $\lambda$  - коэффициент местного сопротивления  
при резком повороте - 1,2

$V$  - скорость в распределительном  
лотке перед входом в трубу - 0,226 м/с

I	2	3
---	---	---

I.3.2. Потери напора на разделение потока

$$h_p = \frac{V_1^2 - V^2}{2g} \quad (7) \quad h_p = 0,012 \text{ м}$$

где:  $V_1$  - скорость в начале распределительного лотка - 0,452 м/с

I.3.3. Потери напора на трение по длине по формуле (6) - 0,001 м

где:  $l$  - длина лотка - 10,0 м

$$J_{cp} = \left( \frac{n V_{cp}}{R^{2/3}} \right)^2 - \text{гидравлический уклон} \\ - 0,00015$$

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

$V_{cp}$  - скорость в среднем сечении лотка 0,452 м/с

$R = \frac{\omega}{\chi}$  - гидравлический радиус - 0,35

$\omega = b \cdot h$  - площадь живого сечения - 0,996 м<sup>2</sup>

$b$  - ширина лотка - 1,2 м

$h$  - наполнение лотка - 0,83 м

$\chi = b + 2h$  - смоченный периметр - 2,86

I	2	3
---	---	---

Суммарные потери в распределительном лотке

$$\sum h = h_{p.n} + h_p + h_{r.p} \quad \sum h = 0,019 \text{ м}$$

Отметки в распределительном лотке в  
точке входа из подводящего лотка

3,60

2,75

Наполнение в лотке - 0,85 м

I.4. Потери напора на разделение потока при  
входе в распределительный лоток по  
формуле 5

$$h_p = 0,015 \text{ м}$$

$\zeta$  - коэффициент местного сопротивления  
- 1,5

$V_1$  - скорость в лотке после разделения  
потока - 0,452 м/с

Отметки в подводящем лотке

3,62

2,75

Наполнение - 0,87 м

## 2. Отводящая система отстойников

В данном разделе произведен расчет только  
сборного лотка отстойника.

Гидравлический расчет отводящей системы  
производится при привязке проекта

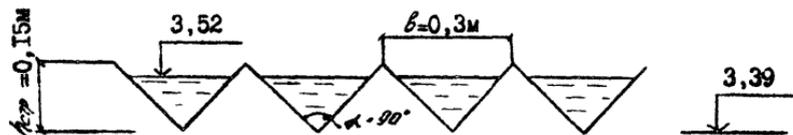


Горизонт воды в отстойнике

3,52

2.I. Напор на ребре водослива сборного лотка

Слив отстойной воды в сборный лоток осуществляется двухсторонним водосливом. Передливная кромка лотка выполнена в виде треугольного водослива с тонкой стенкой.



Отметка низа треугольного водослива - 3,39

Расчетный расход на один треугольный вырез водослива

$$q_{ог} = \frac{q_p}{c.n}$$

$$q_{ог} = 3,26 \text{ л/с}$$

I	2	3
---	---	---

где:  $l$  - длина водослива - 23 м

$n$  - число треугольных вырезов  
на I п.м водослива - 3 шт

Напор (H) на водосливе при  $\alpha = 90^\circ$

по формуле  $q_{сг} = K \cdot l \cdot 3,43 \cdot H^{2,67}$  H = 0,128 м

(см. П.Г.Киселев "Справочник по гидравлическим  
расчетам" 1972 г. стр.74 табл.6-33)

где:  $K$  - коэффициент затопления - 0,95

Отметка низа треугольного водослива 3,39

Отметка воды в сборном лотке (с учетом запаса  
на неподтопление 0,15 м) 3,24

Отметка дна лотка принята 2,75

Наполнение в лотке - 0,49 м

6.2. Показатели изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, затрат труда и расхода основных строительных материалов  
(в соответствии со СНи 614-79)

За базисный технический уровень (БТУ) принят типовый проект "Блок преаэраторы-отстойники первичные горизонтальные шириной 9 м (4,6 и 8 отделений).

За новый технический уровень (НТУ) принят типовый проект "Блок преаэраторы-отстойники первичные горизонтальные (3 типоразмера)".

Одобрено научно-техническим советом института ЦНИИЭП инженерного оборудования, протокол №

$$\text{Коэффициент сопоставимости } K_c = \frac{\text{П1}}{\text{П2}}$$

П1- площадь блока преаэратора-отстойника (4,6,8 отделений) - БТУ

П2- площадь блока преаэратора-отстойника (4,6,8 отделений) - НТУ

$$K_c(4 \text{ отд.}) = \frac{1310,0}{1526,6} = 0,86 \quad K_c(6 \text{ отд.}) = \frac{1967}{2257,4} = 0,87 \quad K_c(8 \text{ отд.}) = \frac{2616}{2988,2} = 0,86$$

## 6.2.I. Блок преаэраторы-отстойники, 4 отделения.

Перечень сравниваемых конструктивных элементов зданий для расчета показателей приведены в таблице

Таблица I

Наименование	Един. нем.	Объемы применения по проектам		
		при базисном техническом уровне (БТУ) объем	при новом техническом уровне (НТУ) № проекта	
I	2	3	4	5
Строительный объем	м <sup>3</sup>			
Блок преаэраторы-отстойники первичные горизонтальные шириной 9 м (4отделения)		5173	902-2-281	
Блок преаэраторы-отстойники первичные горизонтальные (3 типоразмера) -4 отделения				5500,0

При расчете приняты следующие обозначения:

$P_2$  - площадь резервуара

$Co$  - изменение сметной стоимости строительства по сравнению с БТУ, тыс. руб.

$Co_1$  и  $Co_2$  - сметная стоимость строительства при БТУ (I) и при НТУ (2), тыс. руб.

$\Delta C_{см}$  - изменение сметной стоимости строительно-монтажных работ по сравнению с БТУ, тыс. руб.

$C_{см1}$  и  $C_{см2}$  - сметная стоимость строительно-монтажных работ при БТУ (I) и при НТУ (2), тыс. руб.

$\Delta \dot{Ч}$  - и менение затрат труда по сравнению с БТУ, чел.дн.

$\dot{Ч}_1$  и  $\dot{Ч}_2$  - затраты труда при БТУ(I) и при НТУ (2), чел.дн.

$\Delta M$  - изменение расхода основных строительных материалов по сравнению с БТУ, т.м<sup>3</sup>

$M_1$  и  $M_2$  - расход основных строительных материалов при БТУ (I) и при НТУ (2), т.м<sup>3</sup>

Сопоставление показателей изменения сметной стоимости, строительно-монтажных работ и затрат труда приведено в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Расчет. объем применения, м3	На един. измерения сметн. стоим. работ, руб.			На расчетный объем применения сметн. стоим. работ тыс. руб.			Изменение на объем применения по сравнению с базисным техническим уровнем (экономия+ увеличение -)	Увеличение по социально-экономич. факторам (СЭФ)		
		строит. работ, руб.	монтаж. работ, руб.	затрат труда чел.дн.	строит. работ, тыс. руб.	монтаж. работ, тыс. руб.	затрат труда чел.дн.				
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Б Т У	5173	27,80	22,98	0,39	140,71	108,48	2043,16				
Н Т У	5500	27,00	22,6	0,38	151,00	124,68	1828,42				
Изменение								+ 10,85	+13,26	+ 470,7	

$$\Delta C_{01} = C_{01} - C_{02} \cdot K_c$$

$$\Delta C_{cm} = C_{cm1} - C_{cm2} \cdot K_c$$

$$\Delta \text{Ч} = \text{Ч}_1 - \text{Ч}_2 \cdot K_c$$

Относительные показатели изменения сметной стоимости, % по объекту

$$\text{Эс} = \frac{C_0 \times 100}{C_0 \pm \sum \Delta C_0} = \frac{10,85 \times 100}{151,00 + 10,85} = \frac{1085}{161,85} = 6,70\%$$

по строительно-монтажным работам:

$$\text{Эсм} = \frac{C_{см} \times 100}{C_{см} \pm \sum \Delta C_{см}} = \frac{1,26 \times 100}{124,68 + 1,26} = \frac{126}{1,25,94} = 1,0\%$$

Удельные капитальные вложения по объекту, руб. на единицу общей площади при базисном техническом уровне (БТУ)

$$\text{Ук1} = \frac{C_0 \pm \sum \Delta C_0}{П2} = \frac{151000 + 10850}{1526,6} = \frac{161850}{1526,6} = 106,7 \text{ руб/м}^2$$

При новом техническом уровне (НТУ)

$$\text{Ук2} = \frac{C_0}{П2} = \frac{151000}{1526,6} = 98,91 \text{ руб/м}^2$$

Показатели изменения расхода основных строительных материалов  
приведены в таблице 3

Таблица 3

Наименование	Расчетный объем приме- нения, м	Цемент, т		Сталь, т	
		в натуральном исчислении	в приве- денном исчисле- нии	в натуральном исчислении	в приведенном исчислении
I	2	3	4	5	6
ВТУ	5173	-	328,6	107,81	82,81
НТУ	5500	-	345,0	74,8	93,31
Изменение (м)					
Снижение +		-	32,10	43,76	49,03
Увеличение -					
Mo = MI - M2 ° Kc					

Относительные показатели изменения расхода основных строительных материалов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Показатель расхода материалов Увеличение (-) $\frac{\sum \Delta M \times 100}{M_{02} + \sum \Delta M}$	Показатели удельного расхода материалов на единицу общей площади		Показатели расхода материалов на I млн. руб. сметной стоимости строительно-монтажных работ	
		БТУ $U_{M1} = \frac{M_{02} + \sum \Delta M}{П2}$	НТУ $U_{M2} = \frac{M_{02}}{П2}$	БТУ $P_{M1} = \frac{M_{02} + \sum \Delta M}{C_{см2} + \sum \Delta C_{см}}$	НТУ $P_{M2} = \frac{M_{02}}{C_{см2}}$
I	2	3	4	5	6
<b>Цемент:</b>					
в натуральном исчислении	-	-	-	-	-
в приведенном исчислении	8,5%	0,24	0,22	2314т	2284т
<b>Сталь:</b>					
в натуральном исчислении	36,1%	0,08	0,05	737т	495т
в приведенном исчислении	34,0%	0,09	0,06	884т	617т
<b>Бетон и железобетон</b>	<b>1,24%</b>	<b>0,75</b>	<b>0,76</b>	<b>7716м3</b>	<b>7682м3</b>

## 6.2.2. Блок преаэраторы-отстойники, 6 отделений

Перечень сравниваемых конструктивных элементов зданий  
для расчета показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование	Един. изм.	Объемы применения по проектам при базисном техническом уровне (БТУ) объем № проекта		При новом техническом уровне (НТУ)
<u>I</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Строительный объем	м <sup>3</sup>			
Блок преаэраторы- отстойники первичные горизонтальные шири- ной 9 м (6 отделений)		7768	902-2-282	
Блок преаэраторы- отстойники первичные горизонтальные (3 типоразмера) 6 отделений				8328

Сопоставление показателей изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ и затрат труда приведено в таблице.

Таблица 2

Наименование	Расчетн. объем применения, м <sup>3</sup>	На единицу измерен. сметн. строит. сто- им. работ руб.			затрат труда чел. дн.			На расчетный объем применения сметн. строит. стоим. монтаж. работ т. руб.		Изменение на объем применения по сравнению с базисн. техн. уровнем (эконом.+ , увеличение -)	Увеличение по социаль-но-экон. факторам (СЭФ)
		сметн. строит. стоим.	монтаж. работ	затрат труда	сметн. строит. стоим.	монтаж. работ	затрат труда	сметн. строит. стоим.	затрат труда работ		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ВТУ	7768	27,80	21,80	0,38	183,11	160,93	3162,75				
НТУ	8328	26,90	21,40	0,37	223,49	184,01	2550,6				
Изменение									7,37	1,1	943

Относительные показатели изменения сметной стоимости, % по объекту

$$\text{Эс} = \frac{\Sigma \Delta C_0 \times 100}{C_0 \pm \Sigma \Delta C_0} = \frac{7,37 \times 100}{223,49 + 7,37} = \frac{737}{230,86} = 3,19\%$$

по строительным-монтажным работам:

$$\text{Эсм} = \frac{\Sigma \Delta C_{см} \times 100}{C_{см} \pm \Sigma \Delta C_{см}} = \frac{1,1 \times 100}{184,01 + 1,1} = \frac{110}{185,11} = 0,7\%$$

Удельные капитальные вложения по объекту, руб. на единицу общей площади при базисном техническом уровне (БТУ)

$$Ук1 = \frac{C_0 \pm \Sigma \Delta C_0}{П2} = \frac{223,49 + 7,37}{2257,4} = \frac{230860}{2257,4} = 102 \text{ руб./м}^2$$

при новом техническом уровне (НТУ)

$$Ук2 = \frac{C_0}{П2} = \frac{223490}{2257,4} = 99 \text{ руб./м}^2$$

Показатели изменения расхода основных строительных материалов приведены в таблице 3

Таблица 3

Наименование	Расчетный объем при- менения	Цемент, т		Сталь, т	
		в натуральном исчислении	в приведенном исчислении	в натуральном исчислении	в приведен- ном исчис- лении
I	2	3	4	5	6
ВТУ	7768	-	479,9	134,0	160,46
НТУ	8328	-	504,6	95,8	135,96
Изменение (Δ м)					
Снижение +		-	30,0	47,48	42,07
Увеличение -					

Относительные изменения расхода основных строительных материалов приведены в таблице 4

Таблица 4

Наименование материалов	Показатель расхода материалов увеличение $\Delta M = \frac{\sum \Delta M \times 100}{M_02 \pm \sum \Delta M}$	Показатели удельного расхода материалов на единицу общей площади		Показатели расхода материалов на I млн. руб. сметной стоимости строительно-монтажных работ	
		БТУ $U_{M1} = \frac{M_02 \pm \sum \Delta M}{П2}$	НТУ $U_{M2} = \frac{M_02}{П2}$	БТУ $P_{M1} = \frac{M_02 \pm \sum \Delta M}{C_{см2} \pm \sum \Delta C_{см}}$	НТУ $P_{M2} = \frac{M_02}{C_{см2}}$
I	2	3	4	5	6
<b>Цемент:</b>					
в натуральном исчислении	-	-	-		
в приведенном исчислении	6,0%	0,23	0,22	2250т	2200т
<b>Сталь:</b>					
в натуральном исчислении	33,6%	0,06	0,05	720т	429т
в приведенном исчислении	2,0%	0,8	0,7	7450м3	7330м3
Бетон и железобетон	2,0%	0,8	0,7	7450м3	7330м3

## 6.2.2. Блок преаэраторы-отстойники, 8 отделений

Перечень сравниваемых конструктивных элементов зданий для расчета показателей приведены в таблице I

Таблица I

Наименование	Един. изм.	Объемы применения по проектам при базисном техническом уровне (БТУ)		при новом техническом уровне (НТУ)
		объем	№ проекта	
I	2	3	4	5
Строительный объем	м <sup>3</sup>			
Блок преаэраторы- отстойники первичные горизонтальные шириной 9м (8 отделений)		10330	902-2-282	
Блок преаэраторы- отстойники первичные горизонтальные (3 типоразмера) 8 отделений				

Относительные показатели изменения сметной стоимости, % по объекту

$$\Theta_c = \frac{\sum \Delta C_0 \times 100}{C_0 \pm \sum \Delta C_0} = \frac{10,41 \times 100}{295,21 + 10,41} = \frac{1041}{305,62} = 3,4\%$$

по строительно-монтажным работам:

$$\Theta_{cm} = \frac{\sum \Delta C_{cm} \times 100}{C_{cm} \pm \sum \Delta C_{cm}} = \frac{1,4 \times 100}{242,57 + 1,4} = \frac{1613}{258,4} = 0,8\%$$

Удельные капитальные вложения по объекту, руб. на единицу общей площади при базисном техническом уровне (БТУ)

$$У_{к1} = \frac{C_0 \pm \sum \Delta C_0}{П_2} = \frac{295,21 + 10,41}{2988,2} = \frac{306620}{2988,2} = 102 \text{ руб/м}^2$$

при новом техническом уровне (НТУ)

$$У_{к2} = \frac{C_0}{П_2} = \frac{295210}{2988,2} = 99 \text{ руб/м}^2$$

Сопоставление показателей изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ и затрат труда приведено в таблице 2

Таблица 2

Наименование	Расчетн. объем применения, м <sup>3</sup>	На единицу изменения			На расчетный объем применения			Изменение на объем применения по сравнению с базисн. техн. уровнем (экономия +, увеличение -)			Увеличение по социально-эконом. факторам (СЭФ)
		сметн. стоим. руб.	строит. монтаж. работ	затрат труда чел. дн.	сметн. стоим. руб.	строит. монтаж. работ	затрат труда чел. дн.	сметн. стоим.	строит. монтаж. работ	затрат труда	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
БТУ	10330	27,80	21,80	0,38	284,10	212,35	4391,32				
НТУ	11156	26,90	21,40	0,37	295,21	242,57	3407,66				
Изменение								10,41	1,4	1361	

Показатели изменения расхода основных строительных материалов приведены в таблице

Таблица 3

Наименование	Расчетный объем применения, м	Цемент, т		Сталь, т	
		в натуральном исчислении	в приведенном исчислении	в натуральном исчислении	в приведенном исчислении
I	2	3	4	5	6
ВТУ	10330	-	611,94	161,0	208,9
НТУ	11156	-	670,5	135,4	179,61
Изменение (Δ м)			29,0	45,0	51,0
Снижение +					
Увеличение -					

Относительные изменения расхода основных строительных материалов приведены в таблице 4

Таблица 4

Наименование	Показатель расхода материалов увеличение (-) $\Delta M = \frac{\Sigma \Delta M \times 100}{M_{02} \pm \Sigma \Delta M}$	Показатели удельного расхода материалов на единицу общей площади		Показатели расхода материалов на I млн.руб. сметной стоимости строительно-монтажных работ	
		БТУ $U_{M1} = \frac{M_{02} \pm \Sigma \Delta M}{П2}$	НТУ $U_{M2} = \frac{M_{02}}{П2}$	БТУ $Р_{M1} = \frac{M_{02} \pm \Sigma \Delta M}{С_{см2} \pm \Sigma \Delta C_{см}}$	НТУ $Р_{M2} = \frac{M_{02}}{C_{см2}}$
<b>Цемент:</b>					
в натуральном исчислении	-	-			
в приведенном исчислении	5,1%	0,23	0,22	2285т	2272т
<b>Сталь:</b>					
в натуральном исчислении	28,5%	0,06	0,06	590т	459т
в приведенном исчислении	25,0%	0,08	0,06	751т	606т
<b>Бетон и железобетон</b>	<b>1,3%</b>	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	<b>7434,0м3</b>	<b>7210 м3</b>