

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К.Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

Жаманшалова Асия Ермаковна

Водоснабжение поселка Бестобе Акмолинской области

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

Специальность 5В080500– Водные ресурсы и водопользование

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К.Басенова

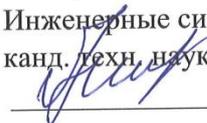
Кафедра Инженерные системы и сети

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Инженерные системы и сети

канд. техн. наук, ассоц. проф.

 Алимова К.К.

“ 17 ” 05 2019 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: "Водоснабжение поселка Бестобе Акмолинской области"

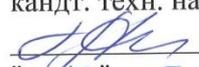
по специальности 5В080500 – Водные ресурсы и водопользование

Выполнила

Жаманшалова А.Е.

Руководитель

кандт. техн. наук, ассоц. проф.

 Сидорова Н.В.

" 17 " 05 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К.Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

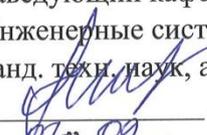
5B080500 – Водные ресурсы и водопользование

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Инженерные системы и сети

канд. техн. наук, ассоц. проф.

 Алимова К.К.

“ 07 ” 02 20 19 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающейся Жаманшаловой Асие Ермековне

Тема: Водоснабжение поселка Бестобе Акмолинской области

Утверждена приказом Ректора Университета №1210-б от 30.10.2018 г.

Срок сдачи законченной работы "30" апреля 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту: характеристика поселка Бестобе и его климат, число жителей, площадь города.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) технологическая часть;

б) технология строительства объектов водопользования;

в) экономическая часть.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 12 наименований

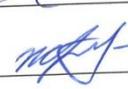
ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Технологическая часть	12.02.2019 г. – 30.03.2019 г.	<i>выполнено</i>
Технология строительства объектов водопользования	01.04.2019 г. – 16.04.2019 г.	<i>выполнено</i>
Экономическая часть	16.04.2019 г. – 30.04.2019 г.	<i>выполнено</i>

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект
с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технология строительства объектов водопользования	Н.В. Сидорова, канд. техн. наук, ассоц. проф.	<i>10.04.2019г.</i>	
Экономическая часть	Н.В. Сидорова, канд. техн. наук, ассоц. проф.	<i>20.04.2019г.</i>	
Нормоконтроллер	А.Н. Хойшиев, канд. техн. наук, лектор	<i>15.05.2019г.</i>	

Руководитель _____  Сидорова Н.В.

Задание приняла к исполнению обучающаяся  Жаманшалова А.Е.

Дата *"15"* *мая* 2019 г.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жоба Бестобе кентінің тұрғындарын барлық санитарлық ережелер мен нормаларға сәйкес келетін сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету мақсатына арналған.

Бірінші кезекте, дипломдық жобада осы кенттің сипаттамалары мен климаттық жағдайлары көрсетілген. Бұдан басқа, сорғы станциясы, су қысымды мұнара және таза су резервуары сияқты құрылыстар есептелді.

Алынған деректердің көмегімен AutoCAD бағдарламасын қолдану арқылы сызбалар салынған. Сондай-ақ, есеп деректері бойынша кенттің су құбыры желісі жүргізілді, ол осы жобада басты аспектілер болып табылады. Қорытынды бөлімде барлық шығындар мен олардың өтелу мерзімін қамтитын экономикалық бөлім қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект посвящен проведению водоснабжения в поселке Бестобе с целью обеспечения жителей качественной питьевой водой, которая соответствует всем санитарным правилам и нормам.

В первую очередь, в дипломном проекте представлено описание характеристики и климатических условий данного поселка. Помимо этого проведены расчеты таких сооружений, как насосная станция, водонапорная башня и резервуар чистой воды.

С помощью полученных данных построены чертежи с применением программы AutoCad. Также по данным расчетов проведена водопроводная сеть поселка, которая является ключевым аспектом в данном проекте. В заключительном разделе рассмотрена экономическая часть, которая включает в себя все затраты и срок их окупаемости.

ABSTRACT

This diploma project is dedicated to the water supply in the village of Bestobe in order to provide residents with quality drinking water that meets all sanitary rules and regulations.

First of all, the diploma project presents a description of the characteristics and climatic conditions of the village. In addition, calculations of such facilities as a pumping station, a water tower and a clean water tank were carried out.

With the help of the obtained data, drawings were built using the AutoCad program. Also, according to the calculations carried out the water network of the village, which is a key aspect in this project. The final section deals with the economic part, which includes all costs and their payback period.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Технологическая часть	8
1.1 Краткая характеристика поселка Бестобе	8
1.2 Климат поселка	8
1.3 Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды	10
1.4 Расходы воды на пожаротушение	12
1.5 Определение расчетных расходов на участках водопроводной сети	12
1.6 Расчет насосной станции I подъема	13
1.7 Определение высоты и объема емкости водонапорной башни	14
1.8 Резервуар чистой воды	15
1.9 Расчет водоводов	16
1.10 Зоны санитарной охраны	19
1.11 Расчет хлораторной установки	19
2 Технология строительства объектов водопользования	22
2.1 Земляные работы	22
3 Экономическая часть	25
3.1 Стоимость строительства	25
3.2 Срок окупаемости станции водоподготовки	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	27
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	28

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день системы водоснабжения городов и населенных пунктов представлены сложными техническими системами, целью которых, является обеспечение приема природной воды, ее очистка с последующей подачей и распределением воды потребителям. Самыми распространенными являются многофункциональные системы, которые служат для питьевого, хозяйственного, бытового, производственного и противопожарного водоснабжения.

Правильное проектирование является важной составляющей при проектировании водоснабжения определенной территории. Тем самым, для проектирования системы водоснабжения и дальнейшей её эксплуатации необходимым является знание количества используемой воды, режим и объём её потребления, который устанавливается по числу потребителей.

Используя во внимание ситуацию с нехваткой воды в поселке Бестобе Акмолинской области, основной задачей данного дипломного проекта является обеспечение поселка питьевой водой, соответствующей всем санитарным правилам и нормам и пригодной для дальнейшего пользования жителями поселка. Для достижения данной цели, исходя из необходимых расчетов, поставлены такие задачи, как строительство и монтаж различного оборудования, обеспечивающего подачу воды в жилой сектор. Все это включает в себя прокладку водопроводных сетей и водоводов, являющихся основой водоснабжения, строительство насосной станции, водонапорной башни и резервуаров чистой воды.

1 Технологическая часть

1.1 Краткая характеристика поселка Бестобе

Поселок Бестобе, находящийся в Акмолинской области Казахстана расположен в 250 км. к северо-западу от г. Астаны, в 100 км. к северо-западу от г. Степногорска. Поселок находится в подчинении Степногорской городской администрации. По данным последней переписи населения 2009 года, в посёлке проживал 6522 человека.

Это поселение образовалось в 1940 году на базе месторождения золотой руды, которое успешно эксплуатируется с 30-х годов.

Бестобе расположен на территории Казахского мелкосопочника. Окрестность представлена бугристой равниной. Местность совершенно безлесная, тянущаяся беспредельной степью во все стороны. В 8-12 км. от поселка протекает река Селеты, которая является источником водоснабжения Бестобе. В поселке функционирует обогатительная фабрика, шлакоблочное предприятие, лесопильное производство, ремонтная мастерская. Жители поселка занимаются подсобным хозяйством, а также предпринимательской деятельностью. На сегодняшний день здесь работают следующие шахты: «Слепая» (610 м), № 2 (430 м) на Центральном участке; «Западная» (340 м) и «Капитальная» (610 м) на Западном участке.

На секциях Восток, им. Щорса, № 3 добывается наибольшее количество золота. Промышленность в поселке представлена филиалом АО «ГМК Казахалтын», согласно которому, ежегодичный объем производства достигает 1360 кг. На руднике официально трудоустроены около 1500 человек, из которых 93% — местные.

В октябре 2016 года произошло открытие дополнительного рудодобывающего участка, а в 2017 — строительство второго комбината по обогащению ископаемых.

Инфраструктура в Бестобе развита слабо. Действуют 3 школы, поликлиника, Дом культуры и библиотека. В 93 км. к западу находится железнодорожная станция Аксу. К поселку железная дорога не проведена. Основными путями сообщения являются шоссейные дороги с щебеночным покрытием.

1.2 Климат поселка

В поселке Бестобе умеренно-холодный климат. В течение года и даже во время самого засушливого месяца выпадает значительное количество осадков. Климат здесь классифицируется как Dfb системой Кеппен-Гейгера.

Температура в среднем составляет 2.3 ° C. Среднее количество осадков в год составляет 318 мм.

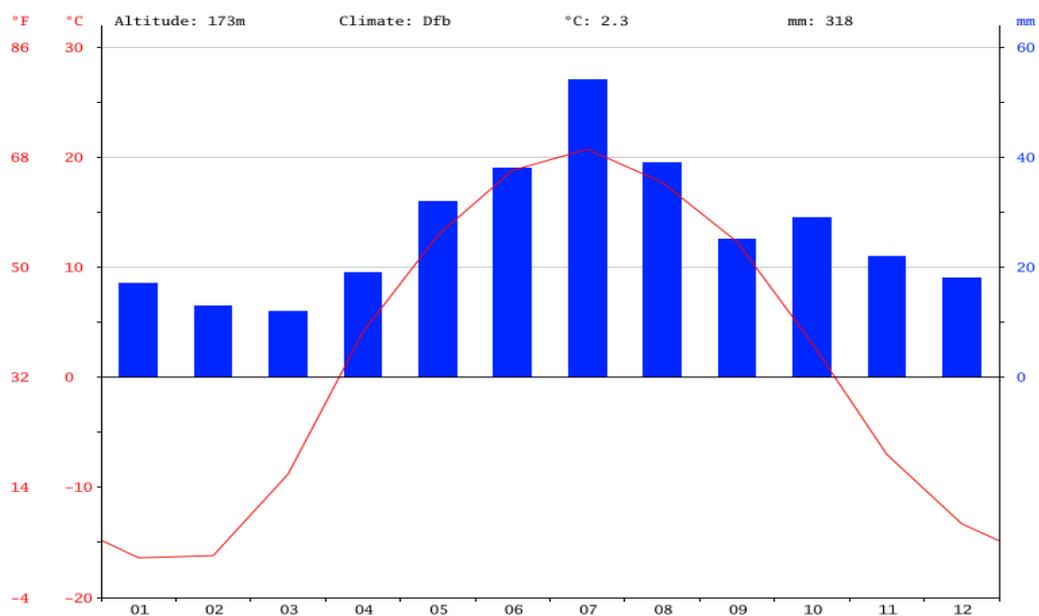


Рисунок 1 – Климатический график

Наименьшее количество осадков выпадает в марте и в среднем составляет 12 мм. Большая часть осадков выпадает в июле, в среднем 54 мм.

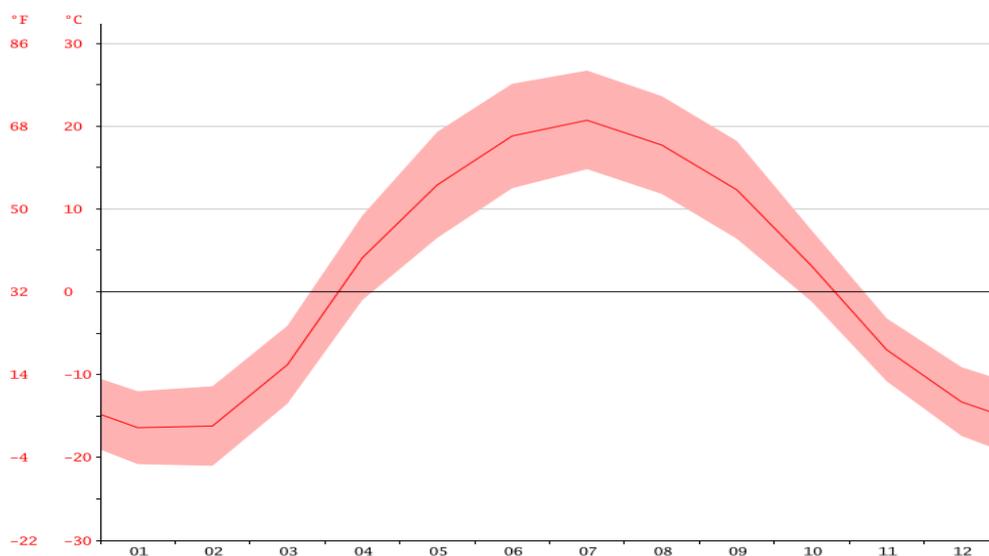


Рисунок 2 – График температуры

В среднем самые высокие температуры наблюдаются в июле, на отметке 20.7 ° С. Средняя температура в январе – минус 16.4 °С. Это самая низкая средняя температура в течение всего года.

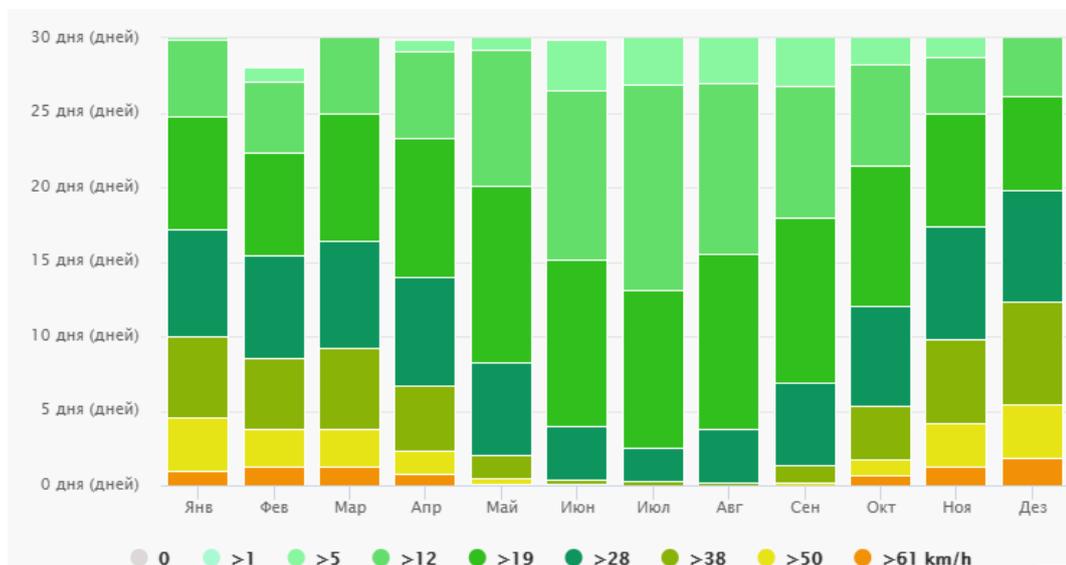


Рисунок 3 – Скорость ветра

Диаграмма указывает на те дни в месяце, в течение которых скорость ветра достигает определенного значения.

1.3 Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{сут.т}$, м³/сут. на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяют по формуле

$$Q_{сут.т} = 0,001 \cdot \sum_{i=1}^n q_{жi} \cdot N_{жi}, \quad (1)$$

$$Q_{сут.т} = 0,001 \cdot \sum_{i=1}^n (160 \cdot 6522) + (230 \cdot 6522) = 2543,6 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

где n - количество районов в населенном пункте с различной степенью благоустройства зданий;

i - порядковый номер района;

$N_{жi}$ - расчетное число жителей в районе i ;

$q_{жi}$ - норма хозяйственно-питьевого водопотребления.

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления $Q_{сут.маx}$, $Q_{сут.миn}$, м³/сут., находят по выражениям

$$Q_{сут.мах} = K_{сут.мах} \cdot Q_{сут.т}, \quad (2)$$

$$Q_{сут.мин} = K_{сут.мин} \cdot Q_{сут.т}, \quad (3)$$

где $K_{сут.мах}$ и $K_{сут.мин}$ - максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности и водопотребления, $K_{сут.мах} = 1,25$; $K_{сут.мин} = 0,75$.

$$Q_{сут.мах} = 1,25 \cdot 2\,543,6 = 3\,179,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{сут.мин} = 0,75 \cdot 2\,543,6 = 1\,907,7 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в часы наибольшего и наименьшего водопотребления $q_{ч.мах}$, $q_{ч.мин}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяют по формулам

$$q_{ч.мах} = K_{ч.мах} \cdot \frac{Q_{сут.мах}}{24}, \quad (4)$$

$$q_{ч.мин} = K_{ч.мин} \cdot \frac{Q_{сут.мин}}{24}, \quad (5)$$

где $K_{ч.мах}$ и $K_{ч.мин}$ - максимальный и минимальный коэффициенты часовой неравномерности водопотребления.

$$K_{ч.мах} = \alpha_{мах} \cdot \beta_{мах}, \quad (6)$$

$$K_{ч.мин} = \alpha_{мин} \cdot \beta_{мин}, \quad (7)$$

где α - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимают $\alpha_{мах} = 1,25$; $\alpha_{мин} = 0,45$;

β - коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, $\beta_{мах} = 1,4$; $\beta_{мин} = 0,25$.

$$K_{ч.мах} = 1,25 \cdot 1,4 = 1,75,$$

$$K_{ч.мин} = 0,45 \cdot 0,25 = 0,113.$$

Отсюда,

$$q_{ч.мин} = 0,113 \cdot \frac{1\,907,7}{24} = 8,9 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{ч.мах} = 1,75 \cdot \frac{3 \cdot 179,5}{24} = 231,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

1.4 Расходы воды на пожаротушение

Расход воды на наружное пожаротушение $Q_{н.пож}$ в населенном пункте находят по формуле:

$$Q_{н.пож} = x \cdot q_{н.пож}, \quad (8)$$

где x – расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте, $x=1$;

$q_{н.пож}$ – расход воды на один пожар в населенном пункте при наружном пожаротушении, $q_{н.пож} = 15$ л/сут.

$$Q_{н.пож} = 1 \cdot 15 = 15 \text{ л/сут}.$$

1.5 Определение расчетных расходов на участках водопроводной сети

Для определения путевого расхода пользуются понятием удельного расхода, т.е. расхода, приходящегося на единицу длины. Условно допускают, что вся территория населенного пункта заселена с одинаковой плотностью и водопотребление, отнесенное к 1 м магистрали, для всей распределительной сети является постоянной величиной.

Удельный расход определяем по формуле

$$q_{уд} = \frac{Q_{ч.мах}}{\sum l}, \quad (9)$$

где $\sum l$ – суммарная длина трубопровода, $\sum l = 1800$ м;

$Q_{ч.мах}$ – общий расход воды городом в расчетный час, $Q_{ч.мах} = 231,8$ л/с.

$$q_{уд} = \frac{231,8}{1800} = 0,13 \text{ л/с}.$$

Путевой расход для каждого участка:

$$q_{пут.уч} = q_{уд} \cdot l_{уч}, \quad (10)$$

где $l_{\text{уч}}$ - длина участка сети, м.

Таблица – 1 Гидравлический расчет сети

№ участка	l, м	$q_{\text{уд}}$, л/с	$q_{\text{уч}}$, л/с	d, мм	v , м/с	i
1-2	270	0,13	35,1	200	1,02	8,73
2-3	300	0,13	39	200	1,14	10,7
3-4	280	0,13	36,4	200	1,06	9,44
5-6	450	0,13	58,5	250	1,11	7,71
7-8	500	0,13	65	250	1,22	9,24

1.6 Расчет насосной станции II подъема

Насосами этой станции подается очищенная вода из резервуаров чистой воды (РЧВ) непосредственно к потребителю. Поэтому подачу насосной станции II подъема определяют в зависимости от режима водопотребления населенного пункта.

Полный рабочий напор насоса определяется по формуле

$$H_{\text{н}} = H_{\text{г}} + h_{\text{w.вс}} + h_{\text{w.н}}, \quad (12)$$

где $H_{\text{г}}$ – геометрическая высота подъема воды, $H_{\text{г}} = 10$ м;

$h_{\text{w.вс}}$ – потери напора на всасывающем трубопроводе, $h_{\text{w.вс}} = 1,5$ м;

$h_{\text{w.н}}$ – потери напора в напорном трубопроводе от насосной станции до водонапорной башни, $h_{\text{w.н}} = 2$ м.

$$H_{\text{н}} = 10 + 1,5 + 2 = 13,5 \text{ м.}$$

Геометрическая высота подъема воды:

$$H_{\text{г}} = H_{\text{z}} = 10 \text{ м,} \quad (13)$$

где H_{z} – разность отметок поверхности земли у диктующей точки $Z_{\text{д.т}}$ и расчетного уровня в резервуаре чистой воды $Z_{\text{п}}$, м.:

$$H_{\text{z}} = Z_{\text{д.т}} - Z_{\text{п}}, \quad (14)$$

$$H_{\text{z}} = 270 - 260 = 10 \text{ м.}$$

Потери напора на всасывающем трубопроводе

$$h_{w.вс} = S_{0.вс} \cdot L_{вс} \cdot Q_{вс.л}^2 + h_{к.вс}, \quad (15)$$

где $h_{к.вс}$ - потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, всасывающей линии, $h_{к.вс} = 1,5$ м;

$L_{вс}$ - длина всасывающего трубопровода, $L_{вс} = 80$ м;

$S_{0.вс}$ - удельные сопротивления труб, $S_{0.вс} = 2,262 \cdot 10^{-8}$, согласно таблице Ф.А. Шевелева.

$Q_{вс.л}$ - расчетные расходы всасывающих линий, $Q_{вс.л} = 0,132$ м³/с.

$$h_{w.вс} = 2,262 \cdot 10^{-8} \cdot 80 \cdot 0,02 + 1,5 = 1,5 \text{ м.}$$

Потери напора в напорных коммуникациях находим по формуле

$$h_{w.н.л} = h_{к.н}, \quad (16)$$

где $h_{к.н}$ - потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии, $h_{к.н} = 2$.

$$h_{w.н.л} = 2 \text{ м.}$$

Требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке определяем по формуле

$$H_{св} = 4 \cdot (n - 1) + 10, \quad (17)$$

где n – число этажей самого высокого здания в населенном пункте, $n = 5$;

10 - запас напора, необходимый для обеспечения подачи воды в здании.

$$H_{св} = 4 \cdot 4 + 10 = 26 \text{ м.}$$

Полная высота подъемов насосов:

$$H_{п} = H_{н} + H_{св} \quad (18)$$

$$H_{п} = 13,5 + 26 = 39,5 \text{ м.}$$

1.7 Определение высоты и объема емкости водонапорной башни

Высота водонапорной башни определяется по формуле

$$H_B = H_p + \sum h_{W_{B-D}} + (z_D - z_B) \quad (19)$$

где H_p – рабочий напор в диктующей точке, $H_p = 8$ м;

$\sum h_{W_{B-D}}$ – потери напора по длине от точки Д до башни, $\sum h_{W_{B-D}} = 6,6$ м;

z_D, z_B – отметки поверхности земли, соответственно, диктующей точки и башни, $z_D = 270$ м, $z_B = 260$ м.

Подставляя необходимые данные, получим:

$$H_B = 8 + 6,6 + (270 - 260) = 24,6 \text{ м.}$$

Определяем объем бака водонапорной башни по формуле

$$W_{\text{бака}} = W_{\text{бака}}^{\text{рег}} + W_{\text{бака}}^{\text{н.з.}} \quad (20)$$

где $W_{\text{бака}}^{\text{н.з.}}$ – неприкосновенный запас воды, $W_{\text{бака}}^{\text{н.з.}} = 130 \text{ м}^3$;

$W_{\text{бака}}^{\text{рег}}$ – регулирующий объем бака, $W_{\text{бака}}^{\text{рег}} = 40 \text{ м}^3$.

$$W_{\text{бака}} = 130 + 40 = 170 \text{ м}^3.$$

1.8 Резервуар чистой воды

Заглубление резервуара задается из условия минимальной выемки грунта котлована под сооружение, равное половине высоты резервуара.

Отметку дна резервуара определяем по формуле

$$Z_D = Z - \frac{H}{2}, \quad (21)$$

где Z – отметка земли у резервуара, $Z = 270$ м.;

H – высота резервуара, $H = 5$ м.

$$Z_D = 270 - 2,5 = 267,5 \text{ м.}$$

Максимальный уровень воды в резервуаре определяем по формуле

$$Z_{\text{max}} = Z_D + h_{\text{max}}, \quad (22)$$

$$Z_{\text{max}} = 267,5 + 3,7 = 271,2 \text{ м,}$$

где h_{max} – максимальная высота слоя воды в резервуаре, определяемая по формуле

$$h_{max} = \frac{W_{pчв}}{F_{pчв}}, \quad (23)$$

где $W_{pчв}$ – полный объем резервуаров чистой воды, $W_{pчв} = 2300 \text{ м}^3$;
 $F_{pчв}$ – площадь резервуаров, $F_{pчв} = 630 \text{ м}^2$.

$$h_{max} = \frac{2300}{(210+210+210)} = 3,7 \text{ м.}$$

Отметку слоя воды противопожарного запаса определяем по формуле

$$Z_{п} = Z_{д} + h_{n}, \quad (24)$$

где h_n – максимальная высота слоя противопожарного запаса воды, определяемая по формуле

$$h_n = \frac{W_{п1}}{F_{pчв}}, \quad (25)$$

где $F_{pчв}$ – площадь резервуаров, $F_{pчв} = 630 \text{ м}^2$;
 $W_{п1}$ – неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре, определяем по формуле

$$W_{п1} = \frac{W_{пож}}{N}, \quad (26)$$

где $W_{пож}$ – неприкосновенный противопожарный объем, $W_{пож} = 1026 \text{ м}^3$;
 N – количество резервуаров, $N = 3$.

$$W_{п1} = \frac{1026}{3} = 342 \text{ м}^3,$$

$$h_n = \frac{342}{630} = 0,54 \text{ м.}$$

1.9 Расчет водоводов

Транспортирование воды к потребителям осуществляется по водоводам и водопроводным сетям. Они должны отвечать определенным требованиям надежности и экономичности. Это достигается путем правильного выбора трассы водоводов и конфигурации сети, материала и диаметров труб, режима их эксплуатации.

Сооружения для транспортирования воды от источника к объекту водоснабжения называют водоводами. Количество линий водоводов надлежит принимать с учетом категории системы водоснабжения и очередности строительства. Принимаем для второй категории надежности две линии водоводов.

Водоводы, как правило, рассчитывают на средний часовой расход в сутки максимального водопотребления по формуле:

$$Q_{\text{ч.ср}} = \frac{Q_{\text{сут.маx}}^{\text{НП}}}{24}, \quad (27)$$

где $Q_{\text{сут.маx}}^{\text{НП}}$ – максимальный суточный расход населенного пункта, $Q_{\text{сут.маx}}^{\text{НП}} = 2543,6 \text{ м}^3/\text{сут.}$

$$Q_{\text{ч.ср}} = \frac{2543,6}{24} = 105,98 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

$$q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ч.ср}}}{3,6}, \quad (28)$$

где $Q_{\text{ч.ср}}$ – средний часовой расход в сутки, $Q_{\text{ч.ср}} = 105,98 \text{ м}^3/\text{ч.}$

$$q_{\text{ср}} = \frac{105,98}{3,6} = 29,4 \text{ л/с.}$$

Водовод выполним из стальных труб.

Определим потери напора в водоводах при различных режимах водопотребления.

Потери напора определяем по формуле

$$h_1 = K \cdot A \cdot q^2 \cdot L, \quad (29)$$

где K – поправочный коэффициент, зависящий от скорости движения воды в трубопроводе и материала трубопровода, $K=1$;

A – удельное сопротивление трубопровода, $A = 96,72 \cdot 10^{-6}$;

q – расход воды в трубопроводе, $q=29,4 \text{ л/с}$;

L – длина трубопровода, $L=1800 \text{ м.}$

$$h_1 = 1 \cdot 96,72 \cdot 10^{-6} \cdot 864,36 \cdot 1800 = 140,03 \text{ м.}$$

Величину скорости найдем из выражения:

$$v = q \cdot m, \quad (30)$$

где m – для стальных труб диаметром 200 мм: $m = \frac{4}{\pi d^2} = 0,00003$;
 q – расход воды в трубопроводе, $q = 29,4$ л/с.

$$v_1 = 29,4 \cdot 0,00003 = 0,0009 \text{ м/с.}$$

При пожаротушении расход воды в водоводах необходимо увеличить на величину противопожарного расхода, (в этом случае возможно два одновременных пожара с расходом воды на каждый пожар $q_{\text{пож.}} = 15$ л/с).

Следовательно, расход воды в одном водоводе при тушении пожаров составит: $q = 29,4 + 15 = 44,4$ л/с.

$$v_2 = 44,4 \cdot 0,00003 = 0,0013 \text{ м/с.}$$

$$h_2 = 1 \cdot 96,72 \cdot 10^{-6} \cdot 1971,4 \cdot 1800 = 343,2 \text{ м.}$$

При прокладке водоводов в две или более линий и общих водозаборных сооружениях, между водоводами устраивают переключения, при этом в случае аварии на одном из водоводов подачу воды на хозяйственно-питьевые нужды снижаем на 30 % расчетного расхода, а на производственные нужды – по аварийному графику.

$$q_{\text{ав}} = 0,7q_{\text{х.п}} + 0,7q_{\text{пр}}, \quad (31)$$

где $q_{\text{х.п}}$, $q_{\text{пр}}$ - расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды, л/с.

$$q_{\text{ав}} = 0,7 \cdot 42,58 = 29,81 \text{ л/с.}$$

Количество переключений (перемычек) между водоводами определим исходя из условия равенства потерь напора в водоводах при нормальной эксплуатации и при аварии на одном из водоводов. Для двух параллельных водоводов число участков переключений при одинаковом их диаметре и длине можно определить из уравнения:

$$n = \frac{3q_{\text{ав}}^2}{(q^2 - q_{\text{ав}}^2)} \quad (32)$$

где n – число участков переключений;

$q_{\text{ав}}$ – расход воды при аварии, $q_{\text{ав}} = 29,81$ л/с;

q – расход воды при нормальной эксплуатации, $q = 42,58$ л/с.

$$n = \frac{3 \cdot 29,81^2}{(42,58^2 - 29,81^2)} = 2,88 \approx 3.$$

Следовательно, принимаем три участка переключений.

1.10 Зоны санитарной охраны

Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водозаборных сооружений устанавливаются с целью обеспечения их санитарно-эпидемиологической надежности. Зона санитарной охраны поверхностного источника водоснабжения представляет собой специально выделенную территорию, охватывающую используемый водоем и частично бассейн его питания.

Зона санитарной охраны должна иметь: для водозаборных сооружений – первый пояс, для водопроводов – второй пояс.

В нашем случае зоны санитарной охраны устанавливаются для защиты водонапорной башни и насосной станции от различных загрязнений, а также для сохранения требуемых санитарных качеств воды.

Радиус зоны санитарной охраны второго пояса, м, рассчитывают с помощью формулы

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot t}{\pi \cdot m \cdot n_a}} \quad (33)$$

где Q – максимальный суточный расход воды, $Q = 2543,6 \text{ м}^3/\text{сут}$;
 t – время достижения скважины до поверхности загрязнений, $t = 200$ сут;

m – мощность водоносного горизонта, $m = 10 \text{ м}$;

n_a – активная пористость почвы, $n_a = 0,3$.

$$R = \sqrt{\frac{2543,6 \cdot 200}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,3}} = 232,39 \text{ м.}$$

Чем источник воды менее защищен, тем больше вероятность его загрязнения и времени его распространения. Для защищенных источников это время приблизительно двести суток, а для незащищенных четыреста.

1.11 Расчет хлораторной установки

Наиболее распространенный метод обеззараживания воды – обеззараживание хлором.

Для обработки воды подсчитывается расход хлора $Q_{хл}$, кг/сут, как предварительного, так и для вторичного хлорирования по формулам

$$Q_{хл} = \frac{Q_{сут\ o.c.} \cdot D_{хл}}{1000}, \quad (34)$$

где $Q_{сут\ o.c.}$ – расход обрабатываемой воды на станции, $Q_{сут\ o.c.} = 2543,6$ м³/сут;

$D_{хл}$ – доза хлора, мг/л.

Доза хлора для предварительного хлорирования $D_{хл}=5$ мг/л; для вторичного хлорирования $D_{хл}=1$ мг/л.

$$Q_{хл} = \frac{2543,6 \cdot 5}{1000} = 12,72 \text{ кг/сут.}$$

По часовой производительности подбирается хлоратор. Хлор поступает на станцию обработки воды в баллонах или бочках. Съем хлора с одного баллона принимается $S_{бал}=0,5-0,7$ кг/ч, а для бочек $S_{боч}=3$ кг/ч с квадратного метра боковой поверхности бочки.

Необходимое количество баллонов $n_{бал}$, шт для хлора определяется по формуле

$$n_{бал} = \frac{Q_{хл}}{24S_{бал}}, \quad (35)$$

где $Q_{хл}$ – расход хлора, $Q_{хл} = 12,72$ кг/сут;

$S_{бал}$ – съем хлора с одного баллона, $S_{бал}=0,56$ кг/ч.

$$n_{бал} = \frac{12,72}{24 \cdot 0,56} = 0,9 \approx 1 \text{ шт.}$$

Необходимое количество бочек $n_{боч}$, шт для хлора определяется по формуле

$$n_{боч} = \frac{Q_{хл}}{24S_{боч}}, \quad (36)$$

где $S_{боч}$ – съем хлора с кв.метра боковой поверхности бочки, $S_{боч}=3$ кг/ч;

$Q_{хл}$ – расход хлора, $Q_{хл} = 12,72$ кг/сут.

$$n_{боч} = \frac{12,72}{24 \cdot 3} = 0,18 \approx 1 \text{ шт.}$$

При проектировании хлораторной необходимо предусматривать устройство запасного выхода непосредственно наружу. При входе в хлораторную предусматривается тамбур, в котором располагается шкаф для

спецодежды, противогазы и устройство для включения вентиляции и освещения. Вентиляция рассчитывается на 12 кратный обмен воздуха с забором воздуха в нижней части. В хлораторной предусматриваются резервные хлораторы: один – при числе рабочих хлораторов до двух и два – при большем числе рабочих хлораторов.

Доставка, хранение, перелив и дозирование хлора, обладающего высокой токсичностью, вызывают ряд затруднений. Их можно избежать, используя вместо хлора гипохлорит натрия, получаемый электролитическим способом из раствора поваренной соли на месте применения. Электролиз высококонцентрированного раствора NaCl осуществляют в электролизе проточного типа с графитовыми электродами.

2 Технология строительства объектов водопользования

2.1 Земляные работы

Строительство сетей и сооружений систем водоснабжения обычно сопряжено с необходимостью выполнения больших объемов земляных работ.

Земляными называются работы по разработке грунта в выемках, его транспортированию и укладке в насыпи. Выемки и насыпи представляют собой земляные сооружения, которые в зависимости от их назначения и срока эксплуатации могут быть постоянными и временными. Постоянные земляные сооружения – плотины, дамбы, каналы, водохранилища и т.п. – предназначены для длительной эксплуатации. Временные земляные сооружения устраивают как необходимый элемент для последующих строительного-монтажных работ.

Подсчет объемов земляных работ необходим для того, чтобы определить стоимость строительства водопровода в полном объеме.

Глубину заложения траншеи, м, определяют по формуле

$$h = h_{\text{пром.гр}} + (0,2 \div 0,4) + d, \quad (37)$$

где $h_{\text{пром.гр}}$ – глубина промерзания грунта, $h_{\text{пром.гр}} = 2,2$ м;
 d – наружный диаметр труб, м.

$$\text{Д200} \quad h = 0,22 + 0,3 + 0,2 = 0,72 \text{ м,}$$

$$\text{Д250} \quad h = 0,22 + 0,3 + 0,25 = 0,77 \text{ м.}$$

Ширины траншеи по дну, м, определяют с помощью формулы:

$$b = 2 \cdot (0,3 \div 1) + d, \quad (38)$$

где $(0,3 \div 1)$ - зазор для прохода рабочих, м.

$$\text{Д200} \quad b = 2 \cdot 0,4 + 0,2 = 1 \text{ м,}$$

$$\text{Д250} \quad b = 2 \cdot 0,4 + 0,25 = 1,05 \text{ м.}$$

Ширину траншеи по верху, м, определяют по формуле

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h, \quad (39)$$

где m - коэффициент крутизны откоса, $m = 0,5$.

$$\text{Д200} \quad B = 1 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,72 = 1,72 \text{ м,}$$

$$\text{Д250} \quad B = 1,05 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,77 = 1,82 \text{ м.}$$

Площадь поперечного сечения траншеи, определяют с помощью формулы

$$F = \frac{B+b}{2} \cdot h \quad (40)$$

$$\text{Д200} \quad F = \frac{1,72+1}{2} \cdot 0,72 = 0,97 \text{ м}^2,$$

$$\text{Д250} \quad F = \frac{1,82+1,05}{2} \cdot 0,77 = 1,1 \text{ м}^2.$$

Объем траншеи, вычисляют по формуле

$$V = F \cdot l, \quad (41)$$

где l - длина участка трубы, м.

$$\text{Д200} \quad V = 0,97 \cdot 270 = 261,9 \text{ м}^3,$$

$$\text{Д250} \quad V = 1,1 \cdot 450 = 495 \text{ м}^3.$$

Объем трубы, определяют по формуле:

$$V_{\text{тр}} = \pi \cdot r^2 \cdot l, \quad (42)$$

$$\text{Д200} \quad V_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 0,175^2 \cdot 270 = 25,9 \text{ м}^3,$$

$$\text{Д250} \quad V_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 450 = 31,8 \text{ м}^3.$$

Объем излишнего грунта, вычисляют по формуле

$$V_{\text{изл.гр}} = V - \frac{V_{\text{тр}}}{K_{\text{o,p}}+1}, \quad (43)$$

где $K_{\text{o,p}}$ - коэффициент остаточного разрыхления грунта, который зависит от типа грунта, $K_{\text{o,p}} = 0,05$.

$$\text{Д200} \quad V_{\text{изл.гр}} = 261,9 - \frac{25,9}{0,05+1} = 237,2 \text{ м}^3,$$

$$\text{Д250} \quad V_{\text{изл.гр}} = 495 - \frac{31,8}{0,05+1} = 464,7 \text{ м}^3.$$

Объема обратной засыпки, определяют по формуле

$$V_{\text{обр.з}} = V - V_{\text{изл.гр}}, \quad (44)$$

Д200 $V_{\text{обр.з}} = 261,9 - 237,2 = 24,7 \text{ м}^3,$

Д250 $V_{\text{обр.з}} = 495 - 464,7 = 30,3 \text{ м}^3.$

Объем недобора грунта, определяется по формуле

$$V_{\text{нед.гр}} = h_{\text{нед.гр}} \cdot b \cdot l, \quad (45)$$

где $h_{\text{нед.гр}}$ – толщина слоя недобора грунта, $h_{\text{нед.гр}} = 0,1 \text{ м}.$

Д200 $V_{\text{нед.гр}} = 0,1 \cdot 1 \cdot 270 = 27 \text{ м}^3,$

Д250 $V_{\text{нед.гр}} = 0,1 \cdot 1,05 \cdot 450 = 47,25 \text{ м}^3.$

Площадь поверхности среза грунта, определяют по формуле

$$S = b \cdot l \cdot 1, \quad (46)$$

Д200 $S = 1 \cdot 270 \cdot 1,05 = 283,5 \text{ м}^2,$

Д250 $S = 1,05 \cdot 450 \cdot 1,05 = 496,1 \text{ м}^2.$

3 Экономическая часть

3.1 Стоимость строительства

Стоимость строительства и возможность осуществления его наиболее эффективными методами во многом зависят от качества проекта, поэтому при проектировании необходимо большое внимание уделять вопросу выбора строительных материалов, деталей и конструкций, а при определении объемно-планировочных решений и конструктивных схем учитывать

требования организации и технологии строительных работ при возведении проектируемых зданий и сооружений.

Стоимость строительства, тг, состоит из сумм стоимости строительных материалов и стоимость выполнения строительных работ, определяется по формуле

$$C_{ст} = C_{с.м} + C_{с.р} \quad (47)$$

где $C_{с.м}$ – стоимость строительных материалов, которая отображена в таблице 10, тг.

$C_{с.р}$ – стоимость выполнения строительных работ, которая отображена в таблице 11, тг.

$$C_{ст} = 34\,885\,488 + 787\,900 = 35\,673\,458 \text{ тг.}$$

Таблица 2 – Стоимость строительных материалов

Наименование материала	Количество материала	Цена материала
Стальные трубы	33 тонн	9 900 000 тг
Железобетонные стеновые панели	20 шт	10 000 000 тг
Бетон для фундамента	100,4 м ³	5 020 000 тг
Арматура для бетона	2 т	1 000 000 тг
Профнастил для кровельных работ	1200 м ²	6 178 307 тг
Штукатурная сетка	1350 м ²	1 800 450 тг
Штукатурный раствор	36 м ³	616 371 тг
Фасадная краска	120 кг	370 360 тг
Итого		34 885 488 тг

Таблица 3 – Стоимость строительных работ

Наименование работ	Объем работ	Стоимость работ
Разгрузка труб автокраном	33 т	33250 тг
Разгрузка железобетонных стеновых панелей автокраном	206 т	185 400 тг
Разработка грунта траншей и котлованов экскаватором обратной лопатой	756 м ³	378 000 тг
Разработка недобора грунта вручную	74 м ³	154300 тг

Обратная засыпка траншей и котлованов	1065 м ³	37020 тг
Итого		787 900 тг

3.2 Срок окупаемости станции водоподготовки

Срок окупаемости – период времени, необходимый для того, чтобы доходы, генерируемые инвестициями, покрыли затраты на инвестиции.

Простой срок окупаемости вычисляется по формуле

$$T_{ок} = \frac{C_{ст}}{C_{п}}, \quad (48)$$

где $C_{п}$ – прибыль фильтровальной станции, тг/мес.

Прибыль фильтровальной станции, тенге в месяц, составит

$$C_{п} = c_{в} \cdot Q_{ср.сут} \cdot 30, \quad (49)$$

где $c_{в}$ – стоимость воды, тг.

$$C_{п} = 30 \cdot 2543,6 \cdot 30 = 2\,289\,240 \text{ тг/мес.}$$

$$T_{ок} = \frac{35\,673\,458}{2\,289\,240} = 15,6 \text{ мес.} = 1,4 \text{ года.}$$

Срок окупаемости водоподготовки поселка Бестобе составит полтора года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача дипломного проекта – обеспечить поселок Бестобе Акмолинской области постоянным, качественным водоснабжением путем прокладки водопроводных сетей и водоводов.

В результате выполнения дипломной работы была проведена водопроводная сеть, обеспечивающая подачу качественной питьевой воды жителям поселка. Следовательно, основная задача проекта была выполнена. Также, исходя из необходимых расчетов, было спроектировано и построено

необходимое для системы водоснабжения оборудование, включающее в себя насосную станцию, резервуар чистой воды и водонапорную башню.

В ходе проведения расчетов было установлено, что водонапорная башня и насосная станция находятся в зоне санитарной охраны, и тем самым защищены от различного рода загрязнений, негативно влияющих на качество питьевой воды, потребляемое жителями поселка. В связи с данной ситуацией, было принято использовать стальные трубы, так как именно эти трубы редко подвергаются загрязнению, экономически выгодны и обладают долговечностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СН РК 4.01-02-2009. Водоснабжение Наружные сети. Алматы: 2010 – 175 с.
- 2 СН РК 1.02-18-2004. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
- 3 СН РК 25 1 00 – 2002. Грунты. Классификация.
- 4 Лобачев, П.В. Насосы и насосные станции / П.В. Лобачев. - М.: Стройиздат; Издание 3-е, перераб. и доп., 2012. - 320 с.

- 5 Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Том 1. М.: Издательство АСВ, 2003 - 288 с.
- 6 Аханов В.С.: Справочник строителя. - Ростов н/Д: Феникс, 2004. - 480 с.
- 7 В.Д., Завгородняя И.В. Проектирование и расчёт системы водоснабжения сельского населённого пункта: - Краснодар: 2004. - 112 с.
- 8 Водоподготовка: Справочник. Под ред. С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007 - 240 с.
- 9 Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. /Учебник для вузов М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2006. - 704 с.
- 10 Алексеев Л.С. Контроль качества воды: Учебник. М.: ИНФРА-М, 2004 - 154 с.
- 11 Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение / И.И. Павлинова, В.И. Баженов, И.Г. Губий. - М.: Юрайт, 2012. - 472 с.
- 12 Рульнов, А. А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения / А.А. Рульнов, К.Ю. Евстафьев. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 208 с.
- 13 Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета: стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Изд 5-е доп. / Ф.А. Шевелев – М.:Книга по Требованию, 2013. – 116 с.
- 14 СН РК 1.03.05-2011 «Охрана труда и техники безопасности в строительстве».
- 15 СН РК 2.2.3.1384-2003 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ».