

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ
И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Методические указания

к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения»
для студентов специальности 1-70 04 03 - «Водоснабжение,
водоотведение и охрана водных ресурсов»
специализации:
1-70 04 03 01 «Системы водоснабжения и водоотведения»

Брест 2015

УДК 628.1, 628.2

В методических указаниях приведены основные справочные материалы, необходимые для проектирования в условиях реконструкции систем транспортирования и распределения воды в населенном пункте, а также систем для отвода и очистки сточных вод. В методических указаниях приведены методики выполнения водохозяйственных расчетов, гидравлической увязки кольцевой водопроводной сети и гидравлического расчета водоотводящей сети в условиях расширения жилой застройки. Приведены примеры расчета.

Составители: доцент кафедры ВВиОВР Г.А. Волкова
профессор кафедры ВВиОВР Б.Н. Жигенёв
доцент кафедры ВВиОВР С.В. Андреюк
доцент кафедры ВВиОВР Л.Л. Пойта
доцент кафедры ВВиОВР Н.Ю. Сторожук

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Реконструкция систем водоснабжения	7
1.1 Трассировка существующих и проектируемых объектов водоснабжения населенного пункта и промышленного предприятия.....	7
1.2 Проектирование и расчет водозаборных сооружений из подземного источника.....	8
1.3 Расчет сооружений для забора воды из поверхностного источника	12
1.4 Реконструкция водоводов и водопроводных сетей	15
1.5 Реконструкция сооружений водоподготовки природных вод. Проектирование и расчет станции обезжелезивания.....	30
1.6 Реконструкция насосных станций систем водоснабжения	38
2. Реконструкция системы водоотведения	42
2.1 Трассировка существующих и проектируемых объектов водоотведения населенного пункта. Реконструкция насосных станций сточных вод	43
2.2 Гидравлический расчет водоотводящих сетей в условиях реконструкции.....	48
2.3 Реконструкция сооружений по очистке сточных вод. Проверочный расчет пропускной способности сооружений механической и биологической очистки с учетом расширения очистной станции	52
2.4 Приемка, пуск и наладка работы пускового комплекса сооружений после реконструкции и/или расширения станции очистки сточных вод. Разработка приемно-сдаточной документации	53
Литература	62
Приложение 1	63
Приложение 2	64
Приложение 3	65
Приложение 4	67
Приложение 5	71

ВВЕДЕНИЕ

«Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения» – инженерная дисциплина для студентов, изучающих вопросы исследования, конструирования, расчета, проектирования и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. Она включает сведения о приемах реконструкции и интенсификации работы систем и отдельных сооружений водоснабжения и водоотведения.

Курсовой проект выполняется на тему «Реконструкция и расширение систем водоснабжения и водоотведения населенного пункта».

В проекте предусматривается выполнение следующих *расчетов и задач*:

➤ реконструкция водозабора из подземных источников заключается в проверке требуемого количества скважин для обеспечения подачи в город максимального суточного расхода (до и после его увеличения), определение диаметров и потерь давления в сборных водоводах;

➤ проект предусматривает после реконструкции водопроводных сетей использование речной воды промышленным предприятием для технических целей: выполняется трассировка и подбор насосного оборудования руслового водозабора из поверхностного источника (показатели качества воды в поверхностном источнике водоснабжения соответствуют требованиям технологического процесса);

➤ проект предусматривает расчет водопроводных сетей для существующего положения и положения после реконструкции на два расчетных случая: в час максимального водопотребления и то же с учетом пожара; водопроводная сеть для существующего положения проектируется с водонапорной башней (подлежит расчету), с подачей подземной воды в кольцевую сеть от водозаборных скважин без дополнительной очистки; система городского водопровода после реконструкции – без водонапорной башни, с подачей подземной воды в кольцевую сеть от скважин через станцию обезжелезивания, РЧВ и НСП (подлежат расчету);

➤ по разделу «реконструкции насосных станций» проект предусматривает: определение требуемого давления и подачи насосных станций первого подъема НС1 (до и после реконструкции); определение требуемого давления и подачи насосной станции второго подъема НСП (после реконструкции); определение требуемого давления и подачи главной канализационной насосной станции ГКНС (после реконструкции);

➤ расчет сетей водоотведения предусматривает трассировку хозяйственно-бытовой канализации для существующего положения, гидравлический расчет главного коллектора, одного бокового притока; трассировку хозяйственно-бытовой канализации с учетом расширения жилой застройки, гидравлический расчет коллектора от нового жилого микрорайона с построением продольных профилей до колодца подключения к существующей сети;

➤ реконструкция сооружений по очистке сточных вод включает в себя проверочный расчет пропускной способности приемной камеры, сооружений механической или биологической очистки с учетом расширения очистных сооружений для уточнения количества этих сооружений и/или для реконст-

рукции существующих сооружений путем ввода новых конструктивных элементов;

➤ проект предусматривает разработку приемно-сдаточной документации: заполнение примера *Заключения* органов госконтроля перед вводом реконструируемого сооружения в эксплуатацию и *Акта ввода* этого сооружения в эксплуатацию.

Исходными данными проекта являются:

- ✓ сводная таблица почасового водопотребления населенного пункта, промышленного и коммунальных предприятий, в том числе расчетное количество жителей, норма водопотребления, этажность застройки;
- ✓ процент увеличения расхода для района жилой застройки и расходов водопотребления промпредприятия в 1-ую смену;
- ✓ данные по скважинам в зоне разведанных запасов (дебит, коэффициент взаимодействия, статический, динамический уровни);
- ✓ требуемое давление воды для технологических нужд на площадке промпредприятия;
- ✓ реконструируемое сооружение станции очистки сточных вод;
- ✓ высота отметки воды в приемной камере очистных сооружений над отметкой земли;
- ✓ расположение отметки воды в приемном резервуаре ГКНС ниже отметки земли;
- ✓ показатели качества сточных вод, поступающих на станцию очистки (БПК₅, С_{изв.в-ва}).

Графическая часть проекта выполняется на двух листах формата А1(24). На листе №1 представляется: генпланы населенного пункта по ГОСТ 21.604-82 в масштабе 1:20000 с нанесением сетей и сооружений водоснабжения (с результатами гидравлического расчета) для случаев до и после расширения жилой застройки; разрезы напорных скважин площадок 1-го подъема до и после реконструкции с нанесением значений отметок для определения расчетного давления насосного оборудования; схема рулевого водозабора для проектируемой системы технического водоснабжения промышленного предприятия; условные обозначения и примечание с указанием мероприятий по реконструкции системы водоснабжения. На листе №2 представляется: генпланы населенного пункта по ГОСТ 21.604-82 в масштабе 1:20000 с нанесением сетей и сооружений водоотведения (с результатами гидравлического расчета) для случаев до и после расширения жилой застройки; продольные профили водоотводящего коллектора в зоне расширения жилой застройки до колодца подключения к существующей сети; условные обозначения и примечание с указанием мероприятий по реконструкции системы водоотведения.

1. Реконструкция систем водоснабжения

При проектировании системы водоснабжения и отдельных ее элементов надлежит учитывать динамику развития водопотребления (рост численности населения, рост запросов потребителей, расширение и развитие промышленности, сельского хозяйства и, при необходимости, садово-паркового хозяйства), а также требования обеспечения надежности при воздействии на них дестабилизирующих факторов природного и техногенного происхождения. В проекте должны предусматриваться прогрессивные технические решения, механизация трудоемких работ, автоматизация технологических процессов и максимальная индустриализация строительного-монтажных работ за счет применения сборных конструкций, типовых изделий и деталей, в том числе из новых материалов.

Порядок разработки и согласования, состав проектной документации, включая разработку экологического паспорта, для строящихся и реконструируемых систем питьевого водоснабжения следует принимать в соответствии с СНБ 1.03.02.

Системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды подразделяются на три категории:

— первая (I) — допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30% расчетного расхода; длительность снижения подачи не должна превышать трое суток; перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (оборудования, арматуры, сооружений, трубопроводов и др.), но не более чем на 10 мин;

— вторая (II) — величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при первой категории; длительность снижения подачи воды не должна превышать 10 суток; перерыв в подаче воды или снижение подачи воды ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведение ремонта, но не более чем на 6 ч;

— третья (III) — величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при первой категории; длительность снижения подачи не должна превышать 15 сут; перерыв в подаче воды или снижение подачи воды ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на 24 ч.

Системы водоснабжения поселений при числе жителей в них более 50 тыс.чел. следует относить к первой категории; от 5 до 50 тыс.чел. — ко второй категории; менее 5 тыс.чел. — к третьей категории.

1.1 Трассировка существующих и проектируемых объектов водоснабжения населенного пункта и промышленного предприятия

Трассировка водопроводной сети обусловлена улицами и кварталами генплана и охватывает новые строящиеся районы города. Распределение расхода воды на нужды населения производится равномерно по длине сетей с учётом плотности застройки по определённым районам города, в соответствии с [1].

Для существующего положения проект предусматривает расчет водопроводной сети, которая состоит из следующих элементов: водозаборные сооружения из подземных источников (насосная станция 1-го подъема); водоводы 1-го подъема, которые транспортируют воду от источника водоснабжения без дополнительной очистки к кольцевой водопроводной сети населенного пункта; разводящая водопроводная сеть (состоящая из двух-трех магистральных колец); водонапорная башня.

С учетом расширения жилой застройки требуется выполнить трассировку сетей водопровода в районе новых кварталов жилой застройки (в виде дополнительного водопроводного кольца), а также, при обосновании, сетей, дополнительно к существующим, на участках с недостаточной пропускной способностью. Кроме того, случай реконструкции системы водоснабжения предусматривает: строительство дополнительных водозаборных скважин (на существующей или новой площадке первого подъема); строительство водоводов 1-го подъема от водозаборных скважин до площадки сооружений 2-го подъема (станция обезжелезивания с насосной станцией 2-го подъема и РЧВ); строительство водоводов 2-го подъема от площадки сооружений 2-го подъема до колодца подключения к разводящей городской сети; консервация водонапорной башни; строительство руслового водозабора раздельного типа на поверхностном источнике водоснабжения и водоводов до площадки промышленного предприятия (проект предусматривает использование речной воды промышленным предприятием для технологических нужд).

Сети по городу проектируются с устройством камер и колодцев, выполняемых из сборных железобетонных элементов. Для наружного пожаротушения на сетях предусматривается установка пожарных гидрантов.

1.2 Проектирование и расчёт водозаборных сооружений из подземного источника

Питьевое водоснабжение населенного пункта базируется на эксплуатации подземных вод, водоносного комплекса средневековских отложений.

Основным источником водоснабжения является существующий водозабор подземных вод.

Качество воды подземного водозабора соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 за исключение повышенного содержания железа. Реконструкция водозабора из подземных источников заключается в проверке требуемого количества скважин для обеспечения подачи в город максимального суточного расхода (до и после его увеличения) и выполняется в соответствии с [2]. Количество резервных скважин следует принимать в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Количество рабочих скважин	Количество резервных скважин на водозаборе категории		
	I	II	III
От 1 до 4	1	1	1
От 5 до 12	2	1	-
13 и более	20 %	10%	-

Примечание

1 В зависимости от гидрогеологических условий и при соответствующем обосновании количество резервных скважин может быть увеличено.

2 Для водозаборов всех категорий следует предусматривать наличие на складе резервных насосов:

Один – при количестве рабочих скважин до 12;

10% от кол-ва рабочих скважин – то же более 12.

3 Категории водозаборов по надежности подачи воды следует принимать согласно СНБ 4.01.01.

1.2.1 Расчёт основных параметров водозабора (для существующего положения)

При проектировании водозаборных сооружений для забора воды из подземных источников при известном дебите скважины одной из основных задач является определение числа рабочих скважин:

$$n = \frac{Q}{q_{\text{св}}}, \text{шт.} \quad (1)$$

где Q – суммарный дебит группы взаимодействующих скважин принимаемый равным:

$$Q = \frac{Q_{\text{сум. макс.}}}{T}, \text{ м}^3 / \text{час.} \quad (2)$$

где $Q_{\text{сум. макс.}}$ – максимальный суточный расход (согласно сводной таблице почасового водопотребления), $\text{м}^3 / \text{сут.}$

T – время работы водозабор в течение суток. Принимается $T=12-24$ часа.

$$Q = \frac{30294}{24} = 1262 \text{ м}^3 / \text{час}$$

$$350,6 \text{ л/с}$$

$q_{\text{св}}$ – дебит скважины с учётом взаимодействия, $\text{м}^3 / \text{час.}$

$$q_{\text{св}} = \alpha \cdot q, \text{ м}^3 / \text{час} \quad (3)$$

где α – коэффициент взаимодействия, принимаемый в зависимости от типа грунта и с учётом расстояния между скважинами (по заданию), $\alpha = 0,9$.

q – дебит одной скважины, $\text{м}^3 / \text{час.}$

$$q_{\text{св}} = 0,9 \cdot 100 = 90 \text{ м}^3 / \text{час.}$$

Тогда число рабочих скважин равно:

$$n = \frac{1262}{90} = 14 \text{ шт.}$$

После расчёта количества скважин определяется фактический дебит одной скважины, $\text{м}^3 / \text{сут.}$

$$q_{\text{факт.}}^{\text{сут.}} = \frac{Q_{\text{сум. макс.}}}{n}, \text{ м}^3 / \text{сут.} \quad (4)$$

$$q_{\text{факт.}}^{\text{сут.}} = \frac{30294}{14} = 2164 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$q_{\text{факт.}}^{\text{час.}} = \frac{q_{\text{факт.}}^{\text{сут.}}}{24}, \text{ м}^3 / \text{час.} \quad (5)$$

$$q_{\text{факт.}}^{\text{час.}} = \frac{2164}{24} = 90,16 \text{ м}^3 / \text{час} \quad \text{или}$$

$$25 \text{ л/с}$$

Абсолютная отметка устья скважины принимается согласно генплану $Z = 250,5$ м. К эксплуатации принят пласт на глубине 40 м от поверхности земли. Мощность водоносного пласта $m = 20$ м. Динамический уровень располагается на 38 м от поверхности земли, статический на 19 м от поверхности земли (по заданию на проектирование).

Расстояние между скважинами:

Дебит до 20 $\text{м}^3 / \text{ч}$ – 70 – 100 м

20 – 100 $\text{м}^3 / \text{ч}$ – 100 – 150 м

100 – 500 $\text{м}^3 / \text{ч}$ – 120 – 150 м

Подбор оборудования для подъёма воды основывается на подаче насоса и требуемом давлении.

$$q_{\text{нас.}} = q_{\text{факт.}}^{\text{час.}} = 90,16 \text{ м}^3 / \text{час.}$$

Требуемое давление определяется из условия:

$$P = P_{\text{ст}} + \Delta p, \text{ МПа} \quad (6)$$

Таблица 2.1 – Определение диаметров и потерь давления в сборных водоводах

Участок	Расчётный расход, л/с	Диаметр участка, мм	Скорость на участке, м/с	Длина участка, м	1000i	Потери напора, м	Потери давления, МПа
1–2	50	250	0,94	140	4,25	0,594	0,06
2–3	100	300	1,3	142	6,46	0,918	0,01
3–4	150	400	1,11	164	3,3	0,542	0,005
4–5	200	450	1,17	142	3,15	0,448	0,004
5–6	250	500	1,196	75	2,89	0,217	0,002
6–БК1	350,6	600	1,18	2900	2,25	6,53	0,065
Σ						9,25	0,093

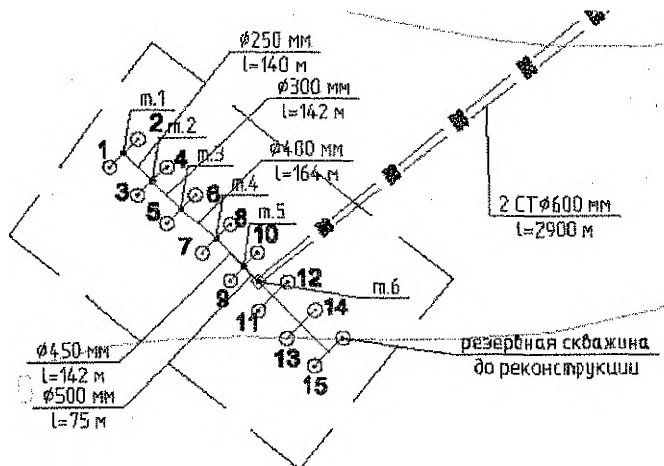


Рисунок 1 – Площадка сооружений 1-го подъема для случая до реконструкции

1.2.2 Расчёт основных параметров водозабора (после реконструкции)

$Q_{сут.мах.}$ после реконструкции определяется с учётом процента увеличения среднесуточных расходов (по заданию на проектирование): для первого и/или второго районов (увеличение числа кварталов жилой застройки) и за счет увеличения расхода для промышленного предприятия в первую смену. Согласно сводной таблице почасового потребления для случая реконструкции определим суммарный дебит группы взаимодействующих скважин:

$$Q = \frac{35838}{24} = 1493,3 \text{ м}^3/\text{час} \quad \text{или} \\ 414,8 \text{ л/с}$$

Дебит скважины с учётом взаимодействия, $\text{м}^3/\text{час}$.

$$q_{\omega} = 0,9 \cdot 100 = 90 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Тогда число рабочих скважин равно:

$$n = \frac{1493,3}{90} = 16,6 = 17 \text{ шт.}$$

После расчёта количества скважин определяется фактический дебит одной скважины, м³/сут.

$$q_{\text{факт.}}^{\text{сут.}} = \frac{Q_{\text{сут. макс.}}}{n}, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$q_{\text{факт.}}^{\text{сут.}} = \frac{35838}{17} = 2108 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$q_{\text{факт.}}^{\text{час.}} = \frac{2108}{24} = 87,8 \text{ м}^3 / \text{час или } 24,4 \text{ л/с}$$

Абсолютная отметка устья скважины не изменилась и составляет $Z=250,5$ м. К эксплуатации принят пласт на глубине 40 м от поверхности земли. Мощность водоносного пласта $m=20$ м.

Подача насоса:

$$q_{\text{нас.}} = q_{\text{факт.}}^{\text{час.}} = 87,8 \text{ м}^3 / \text{час}$$

Таблица 2.2 – Определение диаметров и потерь давления в сборных водоводах

Участок	Расчётный расход, л/с	Диаметр участка, мм	Скорость на участке, м/с	Длина участка, м	1000i	Потери напора, м	Потери давления, МПа
1–2	48,8	250	0,91	140	4,05	0,576	0,06
2–3	97,6	300	1,29	142	6,22	0,876	0,01
3–4	146,4	400	1,08	164	3,155	0,17	0,002
4–5	195,2	450	1,15	142	3	0,427	0,004
5–6	244	500	1,17	75	2,76	0,207	0,002
6–ст.обезж.	414,8	600	1,39	286	3,12	0,891	0,09
Σ						3,147	0,03

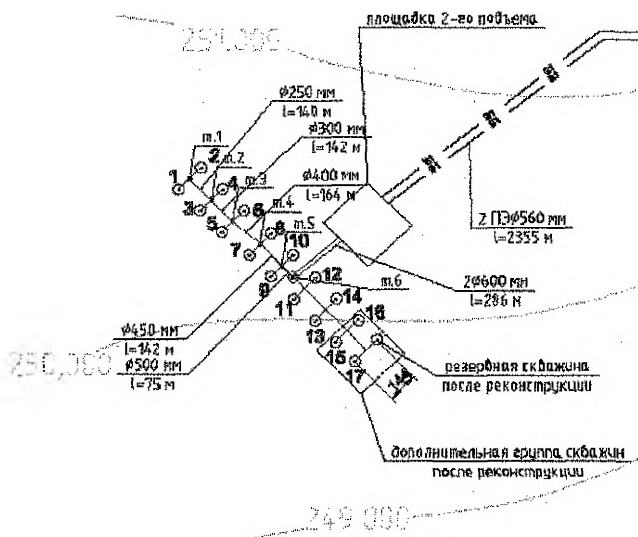


Рисунок 2 – Площадка сооружений 1-го и 2-го подъема для случая реконструкции

1.3 Расчёт сооружений для забора воды из поверхностного источника.

Расчёт сооружений для забора воды из поверхностного источника производится на основании требований [2], и в соответствии с СНБ «Водозаборы из поверхностных и подземных источников».

1.3.1 Выбор места расположения и типа речного водозаборного сооружения

К проектированию принимаем русловой водозабор. Согласно заданию на проектирование, данный водозабор будет обеспечивать техническое водоснабжение промышленного предприятия. Русловой водозабор состоит из оголовка, самотечной линии и берегового колодца. По взаимному расположению берегового колодца и насосной станции проектируем водозабор раздельного типа.

1.3.2 Гидравлический расчет элементов поверхностного водозабора

Расчетный расход одного трубопровода самотечных линий, $\text{м}^3/\text{с}$;

$$q_{\text{расч}} = \frac{\alpha \cdot Q_{\text{макс.сут}}}{T_1 \cdot n}, \text{м}^3/\text{с} \quad (7)$$

где α – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды водопровода, принимаем $\alpha=1,09 \dots 1,1$ ($\alpha=1,09$);

$Q_{\text{макс.сут}}$ – максимальный суточный расход;

T_1 – продолжительность работы насосной станции первого подъема при круглосуточной работе, ($T_1=24$);

n – число секций, трубопроводов, ($n=2$).

Расчет самотечной линии заключается в определении диаметра водовода и потерь напора в нем, исходя из следующих требований: скорость движения воды должна быть не менее скорости течения в реке при УНВ и не менее незагроможденной скорости 0,7 м/с. Диаметр самотечных труб определим по формуле

$$d = \sqrt{\frac{q_{\text{расч}}}{0,785 \cdot V_{\text{расч}}}}, \text{м} \quad (8)$$
$$d = \sqrt{\frac{0,01}{0,785 \cdot 0,7}} = 0,120 \text{ м}$$

Принимаем стандартный диаметр $d = 100$ мм, округляя полученный по расчету в меньшую сторону, и проверяем скорость движения воды в трубе

$$v = \frac{q_{\text{расч}}}{F_{\text{сам}}} > 0,7 \text{ м/с} \quad (9)$$

$$v = \frac{q_{\text{расч}}}{F_{\text{сам}}} = \frac{0,01 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,1^2} = 1,02 \text{ м/с} > 0,7 \text{ м/с}$$

Диаметр всасывающей линии определяется по расчетному расходу одной секции и скорости во всасывающей трубе $V_{\text{вс}}$:

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{q_{\text{расч}}}{0,785 \cdot V_{\text{вс}}}}, \quad (10)$$

где $V_{ac}=0,6+1$ м/с.

Полученный диаметр округляют до ближайшего стандартного d_{ac} .

Для расчетного случая:

$$d = \sqrt{\frac{0,01}{0,785 \cdot 1,0}} = 0,1 \text{ м или } 100 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр всасывающей линии равный 100 мм (ближайший стандартный диаметр), диаметр воронки на концах всасывающих труб:

$$D = (1,3 \dots 1,5) \cdot d_{ac} = 1,5 \cdot 0,1 = 0,15 \text{ м} \quad (11)$$

1.3.3 Расчет подачи и напора насосного оборудования

Подача насосного оборудования ($\text{м}^3/\text{с}$):

$$Q_{nc} = \frac{\alpha \cdot Q_{\text{max сум}}}{T_1 \cdot 3600}, \quad (12)$$

где T_1 – время работы насосного оборудования, ($T_1=24$ часа).

$$Q_{nc} = \frac{1,1 \cdot 1309,3}{24 \cdot 3600} = 0,016 \text{ м}^3/\text{с}$$

Подача одного рабочего насоса:

$$q_n = \frac{Q_{nc1}}{n} = \frac{0,016}{4} = 0,004 \text{ м}^3/\text{с},$$

где n – количество рабочих насосов, $n \geq 2$

Давление насосов:

$$P_n = P_{ст} + \Sigma p, \text{ МПа}, \quad (13)$$

где $P_{ст}$ – статическое давление, обусловленное высотой столба воды, МПа,

$$P_{ст} = H_z \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (14)$$

где H_z – геометрическая высота подъёма, м:

$$H_z = Z_{\text{земл.пл.}} + 100 \cdot P_{тр} - Z_{\text{minoc}}, \text{ м} \quad (15)$$

$$H_z = 247,5 + 100 \cdot 0,25 - 241,21 = 31,29 \text{ м}$$

где $Z_{\text{земл.пл.}}$ – отметка земли площадки предприятия;

$P_{тр}$ – требуемое давление на площадке предприятия, МПа;

Z_{minoc} – расчетная отметка всасывания в береговом колодце руслового водозабора (определяется по заданию)

$$P_{ст} = 31,29 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,31 \text{ МПа}$$

Сумма потерь давления:

$$\Sigma P = P_{вс} + P_{ром} + P_{водом} + P_{nc-пл}. \quad (16)$$

где $P_{вс}$ – потери давления на всасывание:

$$P_{вс} = h_{вс} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (17)$$

$h_{вс}$ – потери на всасывание, $h_{вс}=0,5$ м.

$$P_{вс} = 0,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,0049 \text{ МПа}$$

$P_{\text{ком}}$ – потери давления в коммуникациях НС:

$$P_{\text{ком}} = h_{\text{ком}} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (18)$$

$h_{\text{ком}}$ – потери в коммуникациях, $h_{\text{ком}}=3,0$ м.

$$P_{\text{ком}} = 3 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,0294 \text{ МПа}$$

$P_{\text{водом}}$ – потери давления в водомере:

$$P_{\text{водом}} = h_{\text{водом}} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (19)$$

$h_{\text{водом}}$ – потери в водомере, $h_{\text{водом}}=1,0$ м.

$$P_{\text{водом}} = 1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,00981 \text{ МПа}$$

$P_{\text{НС-пл}}$ – потери давления при движении воды от насосной станции русового водозабора до площадки промпредприятия:

$$P_{\text{НС-пл}} = h_{\text{НС-пл}} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (20)$$

$h_{\text{НС-пл}}$ – потери напора при движении воды от берегового колодца до промпредприятия, определяются с использованием таблиц Шевелева для водоводов при расчетном расходе одной ветки напорных трубопроводов $0,7 \times 57,6 = 40,32$ м³/ч или 11 л/с: принимаем две ветки \varnothing 160 мм, при длине водоводов 640 м потери составят 2,4 м.

$$P_{\text{Б.К-пл}} = 2,4 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,024 \text{ МПа}$$

$$\sum P = 0,0049 + 0,0294 + 0,00981 + 0,024 = 0,16 \text{ МПа.}$$

$$P_{\kappa} = 0,31 + 0,16 = 0,47 \text{ МПа.}$$

По расчетному давлению 0,47 МПа и подаче 16 л/с (66 м³/ч) подбирается насосное оборудование водозабора технической воды.

1.3.4 Мероприятия по санитарной охране водозабора из поверхностного источника водоснабжения

Водозабор должен иметь зону санитарной охраны. На генплане сетей и сооружений водоснабжения населенного пункта для случая расширения жилой застройки вычерчивается 1-ый пояс зоны санитарной охраны поверхностного водозабора.

В первом поясе - зоне строгого режима размещают все водозаборные сооружения. Здесь запрещаются все виды строительства, проживание людей, купание, выпас скота, рыбная ловля и другие виды занятий. Первый пояс зоны должен иметь военизированную охрану, его границы устанавливают в зависимости от местных санитарно-топографических и гидрогеологических условий, но не менее:

- 200 м от водозабора вверх по течению реки;
- 100 м вниз по течению;
- 100 м от уреза воды при наивысшем уровне по прилегающему к водозабору берегу;
- вся акватория водоема и 50 м на противоположном берегу при ширине реки до 100 м;
- 100 м акватории при ширине реки больше 100 м.

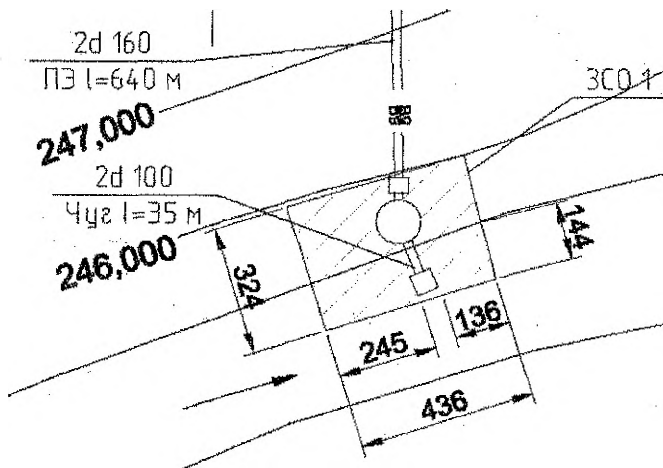


Рисунок 3 - Зона санитарной охраны (1-ый пояс) поверхностного водозабора

1.4 Реконструкция водоводов и водопроводных сетей

1.4.1 Гидравлический расчёт городской водопроводной сети для существующего положения

Гидравлический расчёт городской водопроводной сети выполняется согласно требованиям [1,3] и с учетом рекомендаций [16].

1.4.1.1 Выбор системы водоснабжения.

В рассматриваемом курсовом проекте, с учетом природных условий, принимается система водоснабжения с забором воды из подземного источника. Водопроводная сеть проектируется кольцевой, с водонапорной башней (для случая до реконструкции). По сводной таблице почасового водопотребления (исходные данные) строится суточный график водопотребления.

1.4.1.2 Определение подачи насосной станции первого подъема.

Подача насосной станции первого подъема:

$$q_{нст} = \frac{Q_{сут. макс.} \cdot q_1}{100 \cdot 3,6} \cdot л/с \quad (21)$$

где $Q_{сут. макс.}$ – максимальный суточный расход, $м^3/час$;

q_1 – подача насосной станции первого подъема в процентах.

$$q_{нст} = \frac{30294 \cdot 4,17}{100 \cdot 3,6} = 350,91 л/с$$

Подача из водонапорной башни:

$$q_б = q_{max} - q_1, л/с. \quad (22)$$

где q_{max} – максимальный часовой расход, $л/с$.

$$q_б = 2498/3,6 - 350,91 = 693,9 - 350,91 = 343,03 л/с.$$

Согласно заданию на проектирование к проекту принят объединённый хозяйственно-питьевой противопожарный трубопровод с расчётным расходом воды на пожар: 2 по $q_{\text{пож}}=10$ л/с, тогда

$$q_{\text{НСИ пожар}} = q_{\text{НСИ}} + q_{\text{пож}}, \text{ л/с} \quad (23)$$

$$q_{\text{НСИ пожар}} = 350,91 + 30 = 380,91 \text{ л/с}$$

1.4.1.3 Определение удельных расходов воды (до реконструкции).

Удельный расход воды (расход на единицу длины сети) определяется для каждой зоны застройки отдельно по формуле:

$$q_{\text{уд.}} = Q_{\text{пут.}}/L, \text{ л/с}\cdot\text{м} \quad (24)$$

где $Q_{\text{пут.}}$ – путевой расход, отбираемый равномерно из всего участка магистрального трубопровода.

L – расчетная сумма приведенных длин линий, из которых вода потребляется с расходом $Q_{\text{пут.}}$ м.

В соответствии с генпланом, длина магистральных линий в 1-ом районе составляет: $L_1 = 4391,00\text{м}$, а во 2-ом районе: $L_2 = 4062,00\text{м}$.

Удельный расход воды:

для 1-ого района:

$$q_{\text{уд.1}} = Q_{\text{пут.1}} / L_1 = 252,62/4391,00 = 0,05753 \text{ л/с}\cdot\text{м}$$

для 2-ого района:

$$q_{\text{уд.2}} = Q_{\text{пут.2}} / L_2 = 421,90/4062,00 = 0,10386 \text{ л/с}\cdot\text{м}$$

1.4.1.4 Определение путевых расходов воды

Расходы воды, отбираемые на участках магистральных трубопроводов (путевые расходы), определяются из выражения:

$$q_{\text{пут.}i} = q_{\text{уд.}} \cdot L_i, \text{ л/с}, \quad (25)$$

где $q_{\text{уд.}}$ – удельный расход, л/с·м;

L_i – длина участка, м.

Результаты расчетов путевых расходов сводятся в таблицу.

Таблица 3 – Вычисление расходов магистральных трубопроводов

Район	Расход суд., л/с м	Участок	Приведенная длина, м	Длина в расчет, м	Расход пут., л/с
1	0,05753	1-2	1034,00	1034,00	59,49
		2-7	800,00	800,00	46,02
		5-6	901,00	901,00	51,83
		1-6	1656,00	1656,00	95,27
		сумма по р-ну			4391,00
2	0,10386	2-3	1287,00	1287,00	133,67
		3-4	1429,00	1429,00	148,42
		4-5	508,00	508,00	52,70
		5-7	838,00	838,00	87,04
		сумма по р-ну			4062,00
сумма пут по гор				674,51	

1.4.1.5 Определение узловых расходов воды.

Узловые расходы условно принимаются фиксированными, не зависящими от напора в водопроводной сети, и определяются по формуле:

$$q_{\text{узл.}} = 0,5 \cdot \sum q_{\text{пут.}} + Q_{\text{кр.п.}}; \text{ л/с} \quad (26)$$

где $q_{\text{узл.}}$ – водоотбор из узла, л/с

$\sum q_{\text{пут.}}$ – сумма путевых расходов воды на участках, примыкающих к рассматриваемому узлу, л/с

$Q_{\text{кр.п.}}$ – отбор воды крупными водопотребителями из узла, л/с.

Расчет узловых расходов воды сводим в таблицу.

Таблица 4 – Вычисление узловых расходов

Номер узловой точки	Номера, прилегающие к узловой точке участки	S $q_{\text{пут.}}$, л/с	$Q_{\text{кр.п}}$	$q_{\text{узл.}}$, л/с
1	1-2,1-6	154,76		77,38
2	1-2,2-3,2-7	239,18	0,41	120,00
3	2-3,3-4	282,10		141,05
4	3-4,4-5	201,19	19,01	119,61
5	4-5,5-6,7-5	191,64		95,82
6	6-5,1-6	147,10		73,55
7	5-7,7-2	133,06		66,53
		1349,03	19,42	693,94

1.4.1.6 Проектирование водонапорной башни.

Водонапорная башня предназначена для хранения регулирующего и противопожарного запаса воды, а также для создания и поддержания в сети необходимого напора.

Определение регулирующего объема бака водонапорной башни в курсовом проекте ведется в табличной форме.

Полный объем водонапорной башни определяется по формуле:

$$W_{\text{п(б)}} = W_{\text{рег(б)}} + W_{\text{пож}}; \text{ м}^3 \quad (27)$$

где $W_{\text{рег(б)}}$ – регулирующий объем бака водонапорной башни, м^3 :

$$W_{\text{рег(б)}} = P_{\text{max}} \cdot \frac{Q_{\text{сум.макс.}}}{100}; \text{ м}^3 \quad (28)$$

P_{max} – максимальное значение фактического остатка из таблицы 5.

$Q_{\text{сум.макс.}}$ – максимальный суточный расход, $\text{м}^3/\text{час}$.

$W_{\text{пож}}$ – неприкосновенный противопожарный объем воды в баке башни, м^3 :

$$W_{\text{пож}} = 60 \cdot Q_{\text{пож}} \cdot t; \text{ м}^3 \quad (29)$$

t – время тушения пожара ($t=10$ мин);

$Q_{\text{пож}}$ – расход воды на 10-ти минутную продолжительность одного внутреннего и одного наружного пожара $\text{м}^3/\text{с}$.

Таблица 5 – Определение регулирующего объема бака водонапорной башни

Часы сут	Потребл воды населен нем	Подача НС,%	Поступл ен. в бак,%	Расход из бака,%	Остаток в баке,%	Факт.Ос таток в баке,%
1	2	3	4	5	6	6
1	0,93	4,16	3,23	—	0	9,88
2	0,92	4,16	3,24	—	3,23	13,11
3	1,22	4,16	2,94	—	6,46	16,34
4	1,61	4,16	2,55	—	9,40	19,28
5	2,80	4,17	1,37	—	11,95	21,83
6	3,21	4,17	0,96	—	13,32	23,20
7	4,69	4,17		0,52	14,28	24,16
8	8,25	4,17		4,08	13,76	23,64
9	7,51	4,17		3,34	9,68	19,56
10	5,95	4,17		1,78	6,34	16,22
11	4,32	4,17		0,15	4,57	14,44
12	4,76	4,17		0,59	4,42	14,29
13	5,16	4,17		0,99	3,83	13,71
14	5,15	4,17		0,98	2,84	12,72
15	5,05	4,17		0,88	1,86	11,74
16	5,37	4,17		1,20	0,98	10,86
17	7,59	4,17		3,42	-0,23	9,65
18	7,80	4,17		3,63	-3,65	6,23
19	6,77	4,17		2,60	-7,28	2,60
20	3,31	4,17	0,86	—	-9,88	0
21	3,08	4,16	1,08	—	-9,02	0,86
22	2,10	4,16	2,06	—	-7,94	1,94
23	1,43	4,16	2,73	—	-5,88	4,00
24	1,01	4,16	3,15	—	-3,15	6,73

$$Q_{\text{лож}} = \frac{Q_{p,c} + n_{\text{нар}} \cdot q_{\text{нар}} + n_{\text{вн}} \cdot q_{\text{вн}}}{1000}, \text{ м}^3 / \text{с}. \quad (30)$$

$Q_{p,c}$ – расход в час максимального водопотребления л/с.

$n_{\text{нар}}$ – количество струй на наружное пожаротушение принимается 2.

$q_{\text{нар}}$ – расход на наружное пожаротушение л/с, принимается 15 л/с.

$n_{\text{вн}}$ – количество струй на внутренние пожаротушение принимается 2.

$q_{\text{вн}}$ – расход на внутренние пожаротушение л/с, принимается 2,5 л/с.

$$Q_{\text{лож}} = \frac{694 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 2,5}{1000} = 0,729 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Неприкосновенный противопожарный объем воды в баке башни:

$$W_{\text{пож}} = 60 \cdot 0,729 \cdot 10 = 437,4 \text{ м}^3$$

Регулирующий объем бака водонапорной башни:

$$W_{\text{рег(б)}} = 24,16 \cdot \frac{30294}{100} = 7319 \text{ м}^3.$$

Полный объем водонапорной башни:

$$W_{\text{п(б)}} = 7319 + 437,4 = 7756,4 \text{ м}^3$$

Определяется высота ствола водонапорной башни (с учетом последующих расчетов):

$$H_{\text{вб}} = Z_{\text{пл.(вб)}} - Z_{\text{з.(вб)}}, \text{ м} \quad (31)$$

где $Z_{\text{пл.(вб)}}$ – пьезометрическая отметка водонапорной башни, м.

$Z_{\text{з.(вб)}}$ – отметка земли площадки водонапорной башни, м.

$H_{\text{вб}} = (277,44 + 0,85) - 248,9 = 29,39 \approx 30 \text{ м}$.

Разработаны типовые проекты водонапорных башни вместимостью 100, 150, 200, 300, 500, 800 м³, с высотой ствола 12...42 м.

1.4.1.7 Предварительное потокораспределение.

После вычисления узловых расходов и определения подачи водопитателей осуществляется предварительное потокораспределение, целью которого является назначение желательных направлений движения воды в линиях сети и определение линейных расходов.

Перед распределением намечается точка схода потоков. Выбор этой точки зависит от взаимного расположения водопитателей. За точку схода потоков принимаем наиболее удаленный от водопитателей и высокорасположенный узел (в примере – № 2). Для всех линий сети намечается направление движения воды к точке схода потоков, затем участки сети нумеруются.

Предварительное потокораспределение расходов воды начинается с ближайшего к главному водопитателю узла, затем намечаются линейные расходы таким образом, чтобы для каждого узла было справедливо тождество:

$$\sum q_i = 0; \quad (32)$$

где $\sum q_i$ – сумма поступающих в i -тый узел и уходящих из него расходов воды.

Поступающие в узел расходы принимаются со знаком “+”, уходящие – со знаком “-”.

Данные предварительного потокораспределения приводятся на рисунках.

1.4.1.8 Подбор материала и диаметров труб.

С учетом требований [1] в курсовом проекте для существующего положения принимаются следующие трубы: в пределах населенного пункта – чугунные напорные трубы по ТУ 14-3-1247 (тип 2), ТУ 14-161-161-95 и стальные по ГОСТ 10704-91 (тип 1). Диаметры труб на расчетных участках принимаем по значениям линейных расходов.

1.4.1.9 Увязка водопроводной сети.

Гидравлическую увязку водопроводной сети выполняется с помощью ЭВМ. Расчет осуществляем по программе “WODSFF.BAS”, в среде QBASIC.

Исходные данные на час максимального водопотребления
до реконструкции

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				
1	0	1	250	1034,00	40,00	2
2	1	2	200	800,00	40,00	2
3	1	2	350	838,00	106,50	2
4	1	0	400	901,00	159,98	2
5	1	0	450	1656,00	233,53	2
6	2	0	200	1287,00	40,00	2
7	0	2	400	1429,00	161,95	2
8	0	2	200	508,00	42,34	2
9	0	3	400	151,00	172,00	1
10	3	0	400	151,00	172,00	1
11	4	0	600	2900,00	350,91	1
12	0	4	600	2900,00	350,91	1

В рассматриваемом примере рассчитывается водопроводная сеть, состоящая из 4 колец и включающая 12 расчетных участков.

Исходные данные на час максимального водопотребления с пожаром
до реконструкции

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				
1	0	1	250	1034,00	55,00	2
2	1	2	200	800,00	40,00	2
3	1	2	350	838,00	106,50	2
4	1	0	400	901,00	174,98	2
5	1	0	450	1656,00	248,53	2
6	2	0	200	1287,00	40,00	2
7	0	2	400	1429,00	161,95	2
8	0	2	200	508,00	42,34	2
9	0	3	400	151,00	172,00	1
10	3	0	400	151,00	172,00	1
11	4	0	600	2900,00	190,50	1
12	0	4	600	2900,00	190,50	1

Исходные данные по описанию расчетных участков представлены в таблицах.

В пояснительной записке проекта приводятся результаты гидравлического расчета для случая максимального водопотребления и с учетом пожара.

Таблица 6 – Результаты гидравлического расчета сети на случай максимального водопотребления (до реконструкции)

№№ УЧ	№№ ЛЕВ	КОЛЕЦ ПРАВ	ДИАМЕТР мм	ДЛИНА м	РАСХОД л/с	СКОРОСТЬ м/с	ПОТЕРИ м
1	0	1	300	1034	85.1	1.16	7.1
2	1	2	150	800	-11.1	-.61	3.6
3	1	2	350	838	55.4	.56	1.12
4	1	0	400	901	114.8	.9	2.6
5	1	0	450	1656	188.4	1.18	6.97
6	2	0	250	1287	45.9	.91	6.85
7	0	2	400	1429	156	1.23	7.61
8	0	2	250	508	36.4	.72	1.7
9	0	3	400	151	172	1.29	.85
10	3	0	400	151	172	1.29	.85
11	4	0	600	2900	350.9	1.17	8.07
12	0	4	600	2900	350.9	1.17	8.07

Таблица 7 – Результаты гидравлического расчета сети на случай максимального водопотребления с учетом пожаротушения (до реконструкции)

№№ УЧ	№№ ЛЕВ	КОЛЕЦ ПРАВ	ДИАМЕТР мм	ДЛИНА м	РАСХОД л/с	СКОРОСТЬ м/с	ПОТЕРИ м
1	0	1	300	1034	98.7	1.35	9.55
2	1	2	150	800	-10.5	-.58	3.23
3	1	2	350	838	56	.57	1.14
4	1	0	400	901	131.2	1.03	3.39
5	1	0	450	1656	204.8	1.28	8.24
6	2	0	250	1287	46.7	.92	7.09
7	0	2	400	1429	155.2	1.22	7.54
8	0	2	250	508	35.6	.7	1.63
9	0	3	400	151	172	1.29	.85
10	3	0	400	151	172	1.29	.85
11	4	0	600	2900	190.5	.63	2.38
12	0	4	600	2900	190.5	.63	2.38

Согласно результатам расчета видно, что поменялось направление потока на участке №2: новая диктующая точка - № 7.

1.4.1.10 Построение карт пьезолиний

Определение пьезометрических отметок в узлах начинают с диктующей точки, для которой:

$$Z_{п.л.(0,м)} = Z_{г.0,м} + 100 \cdot P_{mp}, \text{ м} \quad (33)$$

где $Z_{п.л.(0,м)}$ – пьезометрическая отметка в диктующей точке, м; $Z_{г.0,м}$ – отметка земли в диктующей точке, определяется по генплану интерполяцией, м.; P_{mp} – требуемое давление в диктующей точке, определяемое в зависимости от этажности застройки:

$$P_{mp} = 0,1 + 0,04 \cdot (n-1), \text{ м} \quad (34)$$

где n – расчетная этажность застройки, для района $n = 4$ этажа, откуда требуемое давление соответственно составит 0,22 МПа.

Отметки пьезолиний прочих узлов вычисляются при обходе сети по формуле:

$$Z_{п.л.(i+1)} = Z_{п.л.(i)} \pm 100 \cdot \Delta P_{(i+1)-i} \text{ м} \quad (35)$$

где $Z_{н.л.(i+1)}$ – пьезометрическая отметка последующего узла водопроводной сети, м;
 $Z_{н.л.(i)}$ – пьезометрическая отметка предыдущего узла сети, м;
 $\Delta P_{[(i+1)-i]}$ – потери давления на участке между (i+1) и i-ым узлами.
 Избыточное давление в i-ом узле можно вычислить по формуле или из выражения:

$$P_{(i)} = 0,01 \cdot (Z_{н.л.(i)} - Z_{з(i)}), \text{ МПа} \quad (36)$$

$Z_{з(i)}$ – отметка земли в узле, определяется по генплану интерполяцией.

Результаты расчета пьезометрических отметок и избыточных давлений для случая максимального водопотребления приводятся на рисунках. Для построения карт пьезолиний вычерчивается схема водопроводной сети, затем интерполяцией определяются и соединяются точки с одинаковыми значениями отметок, получается карта пьезолиний.

1.4.2 Гидравлический расчёт городской водопроводной сети в условиях реконструкции

При реконструкции сети для проектирования используется та же нормативная литература, что и при новом строительстве. Согласно требованиям [1], при реконструкции и расширении системы подачи и распределения воды следует учитывать техническую, экономическую и санитарную оценки существующих сооружений, водоводов и сетей. Определение диаметров водоводов и водопроводных сетей при новом строительстве и реконструкции следует производить на основании технико-экономических расчетов, учитывая при этом условия их работы при аварийном выключении отдельных участков. При расчете сооружений, водоводов и водопроводной сети на период тушения пожара следует руководствоваться [3].

1.4.2.1 Выбор системы водоснабжения.

В результате реконструкции увеличился суточный расход для жилой застройки, а также увеличился расход для 1-й смены промпредприятия. Принимается система водоснабжения с забором воды из подземного источника, как и для случая до реконструкции. При этом водопроводная сеть проектируется кольцевой, без водонапорной башни. Рассчитывается сводная таблица почасового водопотребления и строится суточный график водопотребления.

1.4.2.2 Определение удельных расходов воды (после реконструкции).

В соответствии с генпланом, длина магистральных линий в 1-ом районе составляет: $L_1 = 4391,0\text{м}$, а во 2-ом районе: $L_2 = 8242,0\text{м}$ (увеличилась за счёт подключения новых кварталов).

Удельный расход воды:

для 1-ого района:

$$q_{уд.1} = Q_{сут.1} / L_1 = 280,40 / 4391,0 = 0,0639 \text{ л/с·м}$$

для 2-ого района:

$$q_{уд.2} = Q_{сут.2} / L_2 = 569,56 / 8242,0 = 0,069 \text{ л/с·м}$$

1.4.2.3 Определение путевых расходов воды

Расходы воды, отбираемые на участках магистральных трубопроводов (путевые расходы), определяются аналогично, как и для случая до реконструкции. Результаты расчетов путевых расходов сводятся в таблицу.

Таблица 8 – Вычисление расходов магистральных трубопроводов

Район	Расход руд., л/с м	Участок	Приведенная длина, м	Длина в расчет, м	Расход пут., л/с
1,00	0,0639	1-2	1034,0	1034,0	66,03
		2-7	800,0	800,0	51,09
		5-6	901,0	901,0	57,54
		1-6	1656,0	1656,0	105,75
		сумма по р-ну		4391,0	280,40
2,00	0,069	2-3	1287,0	1287,0	88,94
		3-4	1429,0	1429,0	98,75
		4-5	508,0	508,0	35,11
		3-8	980,0	980,0	67,72
		8-9	2220,0	2220,0	153,41
		4-9	980,0	980,0	67,72
		5-7	838,0	838,0	57,91
		сумма по р-ну		8242,0	569,6
		сумма пут по гор			850,0

1.4.2.4 Определение узловых расходов воды.

Расчет узловых расходов воды сводится в таблицу.

Таблица 9 – Вычисление узловых расходов

Номер узловой точки	Номера, прилегающие к узловой точке участков	S спут, л/с	Qкр.п	quзл, л/с
1	1-2,1-6	171,78		85,89
2	1-2,2-3,2-7	206,05	0,41	103,44
3	2-3,3-4,3-8	255,41		127,71
4	3-4,4-5,4-9	201,58	5,74	106,53
5	4-5,5-6,7-5	150,55		75,28
6	6-5,1-6	163,29		81,64
7	5-7,7-2	109,00		54,50
8	8-9,3-8	221,14		110,57
9	9-4,9-8	221,14		110,57
		1699,9	6,15	856,1

1.4.2.5 Предварительное потокораспределение.

Предварительное потокораспределение выполняется для случая максимального водопотребления и для случая максимального водопотребления с учётом пожара, аналогично, как и для случая до реконструкции.

Точка схода потоков в примере – узел 8.

Данные предварительного потокораспределения на случай максимального водопотребления и для случая максимального водопотребления с учётом пожара приводятся на рисунках.

1.4.2.6 Подбор материала и диаметров труб.

Для новых кварталов жилой застройки принимаются трубы пластмассовые по ГОСТ18599-2001(ПЭ), для старых кварталов – чугунные напорные трубы по ТУ 14-3-1247 (тип 2), ТУ 14-161-161-95 и стальные по ГОСТ 10704-91 (согласно результатам расчета существующего положения). Диаметры труб на расчетных участках принимаются по значениям линейных расходов.

1.4.2.7 Узвязка водопроводной сети.

Гидравлическая увязка водопроводной сети выполняется с помощью ЭВМ. Расчет осуществляется по программе "WODSFF.BAS", в среде QBASIC. В примере рассчитывается водопроводная сеть, состоящая из 4 колец и включающая 13 расчетных участков. Исходные данные по описанию расчетных участков для двух расчетных случаев представлены в таблицах.

Исходные данные на час максимального водопотребления
после реконструкции

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				
1	0	1	630	1034,00	570,11	ПЭ
2	2	1	355	800,00	120,00	ПЭ
3	2	1	350	838,00	65,50	2
4	1	0	400	901,00	118,36	2
5	1	0	450	1656,00	200,00	2
6	0	2	560	1287,00	346,67	ПЭ
7	3	2	400	1429,00	163,39	2
8	2	0	355	508,00	108,58	ПЭ
9	0	3	280	980,00	55,57	ПЭ
10	3	0	280	2220,00	55,00	ПЭ
11	4	0	560	2355,00	428,00	ПЭ
12	0	4	560	2355,00	428,00	ПЭ
13	3	0	400	980,00	165,44	ПЭ

Исходные данные на час максимального водопотребления с пожаром
после реконструкции

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				
1	0	1	630	1034,00	585,11	ПЭ
2	2	1	355	800,00	120,00	ПЭ
3	2	1	350	838,00	65,50	2
4	1	0	400	901,00	133,36	2
5	1	0	450	1656,00	215,00	2
6	0	2	560	1287,00	361,67	ПЭ
7	3	2	400	1429,00	163,39	2
8	2	0	355	508,00	108,58	ПЭ
9	0	3	280	980,00	70,57	ПЭ
10	3	0	280	2220,00	55,00	ПЭ
11	4	0	560	2355,00	443,00	ПЭ
12	0	4	560	2355,00	443,00	ПЭ
13	3	0	400	980,00	165,44	ПЭ

Результаты гидравлического расчета для случая максимального водопотребления и случая максимального водопотребления с учетом пожаротушения в крсовом проекте приводятся в таблицах и на рисунках.

Таблица 10 – Результаты гидравлического расчета сети на случай максимального водопотребления (после реконструкции)

№№ УЧ	№№ КОЛЕЦ		ДИАМЕТР мм	ДЛИНА м	РАСХОД л/с	СКОРОСТЬ м/с	ПОТЕРИ м
	ЛЕВ	ПРАВ					
1	0	1	710	1034	580.2	1.62	2.7
2	2	1	355	800	135.1	1.5	4.3
3	2	1	350	838	80.6	.82	2.37
4	1	0	400	901	108.2	.85	2.31
5	1	0	450	1656	189.8	1.19	7.08
6	0	2	560	1287	341.6	1.53	4.07
7	3	2	400	1429	121.4	.95	4.61
8	2	0	355	508	113.5	1.26	2.01
9	0	3	280	980	92.5	1.66	8.38
10	3	0	280	2220	18	.32	1.04
11	4	0	560	2355	428	1.92	11.12
12	0	4	560	2355	428	1.92	11.12
13	3	0	400	980	128.4	1.13	2.73

Таблица 11 – Результаты гидравлического расчета сети на случай максимального водопотребления с учетом пожаротушения (после реконструкции)

№№ УЧ	№№ КОЛЕЦ		ДИАМЕТР мм	ДЛИНА м	РАСХОД л/с	СКОРОСТЬ м/с	ПОТЕРИ м
	ЛЕВ	ПРАВ					
1	0	1	710	1034	602	1.68	2.88
2	2	1	355	800	141.8	1.58	4.7
3	2	1	350	838	87.3	.89	2.79
4	1	0	400	901	116.4	.92	2.67
5	1	0	450	1656	198.1	1.24	7.7
6	0	2	560	1287	356.6	1.6	4.4
7	3	2	400	1429	127.6	1	5.1
8	2	0	355	508	113.5	1.26	2.01
9	0	3	280	980	101.2	1.81	9.83
10	3	0	280	2220	24.3	.43	1.77
11	4	0	560	2355	443	1.98	11.82
12	0	4	560	2355	443	1.98	11.82
13	3	0	400	980	134.7	1.18	2.97

Исходя из результатов гидравлического расчёта, делаем вывод, что при реконструкции необходима замена трубопроводов некоторых участков на трубы большего диаметра. На дополнительно проектируемых участках и участках с увеличенными диаметрами трубопроводов используем полиэтиленовые трубы ПЭ63 (MRS 6,3).

1.4.2.8 Построение карт пьезолиний.

Построение карт пьезолиний производится таким же образом, как и для случая до реконструкции.

Результаты расчета пьезометрических отметок и фактического давления для случая максимального водопотребления и для случая максимального водопотребления с учётом пожара приводятся на рисунках.

1.4.2.9 Определение размеров резервуаров чистой воды (РЧВ)

Резервуары предназначены для хранения хозяйственных, противопожарных, технологических и аварийных запасов воды. В зависимости от конструкции и принципа работы они бывают: по форме – круглые и прямоугольные; по степени заглубления – подземные и полуподземные; по материалу – железобетонные и бетонные.

Определение регулирующего объема РЧВ в курсовом проекте ведется в табличной форме (таблица 12).

Полный объем РЧВ определяется по формуле:

$$W_{\text{полн(РЧВ)}} = W_{\text{рег(РЧВ)}} + W_{\text{слс}} + W_{\text{пож}}, \text{ м}^3, \quad (37)$$

где $W_{\text{рег(РЧВ)}}$ – регулирующая емкость, м^3 .

$$W_{\text{рег(РЧВ)}} = P_{\text{max}} \cdot \frac{Q_{\text{сут. max.}}}{100}, \text{ м}^3, \quad (38)$$

P_{max} – максимальное значение фактического остатка из таблицы;

$Q_{\text{сут. max.}}$ – максимальный суточный расход, $\text{м}^3/\text{час}$;

$$W_{\text{рег(РЧВ)}} = 25,54 \cdot \frac{35838}{100} = 9154,6 \text{ м}^3$$

$W_{\text{пож}}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды, м^3 ,

$$W_{\text{пож}} = [(q_1 + q_2 + q_3) \cdot t_n \cdot q_n] + (n_{\text{нар}} \cdot q_{\text{нар}} + n_{\text{вн}} \cdot q_{\text{вн}}) \cdot t_n, \text{ м}^3 \quad (39)$$

q_1, q_2, q_3 – расходы в течении трёх смежных часов максимального водопотребления, $\text{м}^3/\text{ч}$;

q_n – расход на полив, $\text{м}^3/\text{ч}$;

t_n – время тушения пожара, час.

$n_{\text{нар}}$ – количество струй на наружное пожаротушение принимается 2;

$q_{\text{нар}}$ – расход на наружное пожаротушение л/с, принимается по количеству жителей;

$n_{\text{вн}}$ – количество струй на внутренние пожаротушение принимается 2;

$q_{\text{вн}}$ – расход на внутренние пожаротушение л/с, принимается 2,5 л/с;

$$W_{\text{пож}} = [(3082 + 2782 + 2173) \cdot 3 \cdot 0] + (2 \cdot 15 \cdot 3,6 + 2 \cdot 2,5 \cdot 3,6) \cdot 3 = 8037 + 378 = 8415 \text{ м}^3$$

$W_{\text{слс}}$ – объем воды на нужды водоочистной станции, м^3 ,

$$W_{\text{слс}} = 0,01 \cdot Q_{\text{сут}} \text{ м}^3 \quad (40)$$

$$W_{\text{слс}} = 0,01 \cdot 35838 = 358 \text{ м}^3$$

Полный объем РЧВ:

$$W_{\text{полн(РЧВ)}} = 9154,6 + 358 + 8415 = 17928 \text{ м}^3,$$

Таблица 12 – Определение регулирующего объема РЧВ.

Часы сут.	Подача НС-II,%	Подача НС-I,%	Поступл ен. в бак,%	Расход из бака,%	Остаток в баке,%	Фактич. остаток, %
1	2	3	4	5	6	7
1	0,78	4,16	3,38	-	0	10,81
2	0,77	4,16	3,39	-	3,38	14,18
3	1,11	4,16	3,05	-	6,76	17,57
4	1,55	4,16	2,61	-	9,81	20,62
5	2,82	4,17	1,35	-	12,42	23,22
6	3,20	4,17	0,97	-	13,76	24,57
7	4,69	4,17		0,52	14,74	25,54
8	8,60	4,17		4,43	14,21	25,02
9	7,76	4,17		3,59	9,78	20,59
10	6,06	4,17		1,89	6,19	17,00
11	4,30	4,17		0,13	4,30	15,10
12	4,71	4,17		0,54	4,17	14,97
13	5,03	4,17		0,86	3,62	14,43
14	5,02	4,17		0,85	2,76	13,57
15	5,05	4,17		0,88	1,90	12,71
16	5,51	4,17		1,34	1,03	11,83
17	8,00	4,17		3,83	-0,31	10,49
18	8,09	4,17		3,92	-4,14	6,67
19	6,92	4,17		2,75	-8,06	2,75
20	3,11	4,17	1,06	-	-10,81	0
21	2,89	4,16	1,27	-	-9,74	1,06
22	1,91	4,16	2,25	-	-8,48	2,33
23	1,24	4,16	2,92	-	-6,23	4,58
24	0,85	4,16	3,31	-	-3,31	7,50

Учитывая общую производительность станций обезжелезивания и количество площадок 2-го подъема, проектом предусматриваем три площадки РЧВ, на каждой площадке -- по четыре РЧВ. Объем одного РЧВ в этом случае составит:

$$W_{\text{РЧВ}} = \frac{W_{\text{норм(РЧВ)}}}{3 \cdot 4}, \text{ м}^3$$

$$W_{\text{РЧВ}} = \frac{17927,6}{3 \cdot 4} = 1494,6 \text{ м}^3$$

Площадь основания РЧВ:

$$S_{\text{РЧВ}} = \frac{W_{\text{РЧВ}}}{H_{\text{РЧВ}}}, \text{ м}^2 \quad (41)$$
$$S_{\text{РЧВ}} = \frac{1494}{4,5} = 332 \text{ м}^2$$

где $H_{\text{РЧВ}}$ – высота слоя воды в РЧВ, принимается до 4,5 м;
Диаметр РЧВ:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}, \text{ м} \quad (42)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 332}{3,14}} \approx 21 \text{ м}$$

Принимаем РЧВ диаметром 21 м. Тогда площадь одного РЧВ составит 452,16 м², высота рабочего слоя воды в РЧВ:

$$H_{\text{РЧВ}} = \frac{W_{\text{РЧВ}}}{S_{\text{РЧВ}}} = \frac{17927,6}{452,16 \cdot 12} = 3,3 \text{ м}$$

Высота противопожарного объема:

$$h_{\text{м}} = \frac{W_{\text{пож}}}{S}, \text{ м} \quad (43)$$

$$h_{\text{м}} = \frac{8415}{452,16 \cdot 12} = 1,55 \text{ м}$$

Рассчитаем отметку противопожарной призмы:

$$Z = Z_3 + 0,5 - H_{\text{РЧВ}} + h_{\text{м}}, \text{ м} \quad (44)$$

где Z_3 – отметка площадки земли, где расположен РЧВ, м,

$$Z = 250,5 + 0,5 - 3,3 + 1,55 = 249,25 \text{ м}.$$

Отметка дна РЧВ:

$$Z = 250,5 + 0,5 - 3,3 = 247,7 \text{ м}.$$

1.5 Реконструкция сооружений водоподготовки природных вод Проектирование и расчёт станции обезжелезивания

Качество воды, подаваемой на питьевые нужды, должно соответствовать требованиям [4].

При подготовке, транспортировании и хранении воды, используемой на хозяйственно-питьевые нужды, согласно [5] следует применять методы, материалы, реагенты, внутренние антикоррозионные покрытия, а также фильтрующие загрузки из числа разрешенных Министерством здравоохранения Республики Беларусь. При производительности станций водоподготовки более 5000 м³/сут необходимо предусматривать повторное использование промывных вод фильтров.

Согласно заданию на проектирование, в курсовом проекте следует предусмотреть сооружения водоподготовки при повышенном содержании в подземном источнике водоснабжения соединений железа.

Подготовку подземных вод, содержащих железо и марганец преимущественно в двухвалентной форме, необходимо осуществлять фильтрованием в

безнапорном или напорном варианте, осуществляемым после предварительной аэрации воды. Для ориентировочного выбора метода обезжелезивания и обезмарганцевания подземных вод в зависимости от содержания удаляемых компонентов и производительности станции следует руководствоваться данными таблицы 13.

Таблица 13

Основные сооружения	Условия применения		Производительность станции, м ³ /сут
	Железо, мг/л	Марганец, мг/л	
1 Скорые фильтры (одноступенчатое фильтрование): напорные открытые	До 10 " 10	До 1 " 1	До 30 000 Любая
2 Сухие фильтры (при одновременном наличии аммонийных соединений)	До 6	До 1	До 5000
3 Скорые фильтры (двухступенчатое фильтрование): напорные	" 20	" 2	" 30 000
открытые	" 20	" 2	Любая
напорные (первая ступень), открытые (вторая ступень)	" 20	" 2	До 30 000
сухие фильтры — открытые фильтры	Более 6	" 2	" 5000
<i>Примечания</i>			
1 Способ аэрации и устройства для ее осуществления принимаются в зависимости от общего химического состава воды.			
2 При обосновании, производительность может быть более или менее указанной.			

Технологические схемы установок обезжелезивания и обезмарганцевания воды и параметры их работы должны приниматься на основании результатов полупроизводственных исследований непосредственно у источника водоснабжения, в соответствии с рекомендациями, полученными на основании результатов технологических исследований, и с учетом требований [6].

1.5.1 Расчет фильтров обезжелезивания.

Обработка воды предусматривается на проектируемой станции обезжелезивания.

Расчетная площадь фильтрации фильтров обезжелезивания, м², определяется по формуле:

$$A_{\phi} = \frac{Q}{T_{ст} v_{н} - n_{пр} v_{пр} t_1 - n_{пр} v_{н} t_{пр}}, \quad (45)$$

где Q — полная производительность станции, м³/сут;

$T_{ст}$ — продолжительность работы станции в течение суток, ч;

$v_{н}$ — расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч, принимаемая по таблице 8.1 [5];

$n_{пр}$ — число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

$v_{пр}$ — скорость промывки, м/ч, принимаемая по таблице 8.1 [5];

t_1 — продолжительность промывки, ч, принимаемая по таблице 8.1 [5]
(6 минут);

$t_{пр}$ — время простоя фильтра в связи с промывкой, ч, принимаемое:

0,33 — для фильтров, промываемых водой;

0,5 — для фильтров, промываемых водой и воздухом.

$$A_{\phi} = \frac{35838}{24 \cdot 5 - 0,5 \cdot 45 \cdot 0,1 - 0,5 \cdot 5 \cdot 0,33} = \frac{35838}{116,925} = 306,5 \text{ м}^2$$

Количество фильтров N_{ϕ} на станциях производительностью более 1600 м³/сут должно быть не менее четырех. При производительности станции более 8000–10 000 м³/сут количество фильтров ориентировочно допускается определять, с округлением до ближайших целых чисел (четных или нечетных, в зависимости от компоновки фильтров), по формуле

$$N_{\phi} = \frac{\sqrt{A_{\phi}}}{2} = \frac{\sqrt{306,5}}{2} = 8,75 \approx 9 \text{ шт.} \quad (46)$$

При использовании новых конструкций фильтров, а также фильтров из типовых или повторно применяемых проектов их количество определяется делением общей площади фильтрования A_{ϕ} на рабочую площадь фильтрования принятого фильтра.

$$A_{\phi 1} = \frac{A_{\phi}}{N_{\phi}} = \frac{306,5}{9} = 34 \text{ м}^2 \quad (47)$$

Площадь одного фильтра следует принимать не более 60 м² (для открытых скорых фильтров) и не более 20 м² (для напорных фильтров, при диаметре фильтра — до 3,4 м). Число фильтров на станции должно быть не менее четырех, при обосновании — не менее двух; для станций производительностью менее 100 м³/ч с напорными фильтрами допускается применение одного фильтра.

Принимаем 9 фильтров рабочих и 1 резервный размерами в плане 8×4,5 м ($F_{\phi} = 36 \text{ м}^2$). Если количество рабочих фильтров больше 10, то принимается 2 резервных фильтра.

Скорость фильтрования при форсированном режиме v_{ϕ} , м/ч, определяется по формуле

$$v_{\phi} = \frac{v_n N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1} \quad (48)$$
$$v_{\phi} = \frac{5 \cdot 9}{9 - 1} = 5,6 \text{ м/ч}$$

где N_1 — количество фильтров, находящихся в ремонте (1 фильтр).

В качестве фильтрующей загрузки использован кварцевый песок фракции - 0,9÷1,1 мм.

Продолжительность фильтроцикла - 48÷50 суток (уточняется при наладочных работах).

Для регенерации фильтрующей загрузки предусмотрена обратная промывка.

Промывка осуществляется фильтрованной водой насосами «снизу-вверх».

После промывки производится сброс 1-го фильтра, после чего фильтр ставится в режим «фильтрация».

Необходимая скорость промывки – 45-50 м/ч.

Продолжительность промывки – 6 минут (0,1 ч).

Объем отводимой после промывки фильтра воды в отстойник:

$$W_{np} = F_{\phi} \cdot v_{np} \cdot t_{np} = 36 \cdot 45 \cdot 0,1 = 162 \text{ м}^3 \quad (49)$$

1.5.2 Обеззараживание воды

В качестве метода обеззараживания очищенной воды выбран метод обеззараживания на ультрафиолетовых установках УДВ-100/14-А1 (условная производительность установки 100 м³/ч).

Пройдя фильтры обезжелезивания, вода поступает в промежуточный РЧВ – объемом 50 м³, откуда уже сетевыми насосными Д800-28 (3 шт. мощностью 30кВт, Q = 680 м³/час, H_{макс} = 28 м) подается через установки ультрафиолетового обеззараживания в 12 РЧВ.

Ультрафиолетовые установки УДВ-100/14-А1 – 4 шт. с пультами управления располагаются в производственном корпусе (зал фильтров).

1.5.3 Отстойники промывной воды

Каждый из отстойников рассчитывается на прием воды от промывки одного фильтра. При скорости промывки 45 м/ч, площади фильтрования 36 м² и продолжительности промывки 0,1 ч, объем отводимой после промывки фильтра воды в отстойник составляет:

$$W_{np} = F_{\phi} \cdot v_{np} \cdot t_{np} = 36 \cdot 45 \cdot 0,1 = 162 \text{ м}^3, \text{ с учетом 20\%-ного запаса – } 180 \text{ м}^3.$$

Объем зоны осветления, м³, должен быть не менее объема воды, необходимого для промывки одного фильтра. При глубине зоны осветления, равной 2 м, требуемая площадь отстойника составит 180/2=90 м².

Принимаются четырехсекционные отстойники с размерами в плане каждой секции 4,5×6 м и общими размерами 18×6 м (108 м²). Глубина зоны осветления при этом составит 180/108=1,7 м. Между зонами осветления и уплотнения осадка предусматривается также защитная зона высотой 0,8 м.

Необходимое количество отстойников

$$N_{отс} = \frac{T_{отс} \cdot N_{\phi} \cdot n_{np}}{T_{ст}}, \quad (50)$$

где $T_{отс}$ – расчетное время цикла работы отстойника, ч; принято 16 ч;

N_{ϕ} – количество фильтров на станции;

n_{np} – число промывок каждого фильтра в сутки;

$T_{ст}$ – продолжительность работы станции в течение суток, ч, (при круглосуточной работе – 24 ч).

$$N_{отс} = \frac{16 \cdot 9 \cdot 0,5}{24} = 3$$

Количество отстойников принимаем равным 3.

Расход перекачиваемой осветленной воды должен составлять не более 5% от расхода исходной воды, поступающей от насосов 1-го подъема.

Исходя из этого, определяют продолжительность перекачки осветленной воды из отстойника t_n , ч, и производят подбор насосов перекачки:

$$t_n = \frac{W_{np} \cdot 100}{5 \cdot q_n}$$

где W_{np} – объем воды от промывки одного фильтра, m^3 ;

q_n – расчетная производительность станции, $m^3/ч$.

$$t_n = \frac{162 \cdot 100}{5 \cdot 35838/24} = 2,2ч$$

Производительность насосов перекачки осветленной воды из отстойника на фильтры:

$$q_n = \frac{W_{np}}{t_n} = \frac{162}{2,2} = 75 m^3/ч$$

или 20,7 л/с,

что составляет $\frac{75}{1493,25} \cdot 100 \approx 5,0\%$ от q_n .

Зона уплотнения рассчитывается на прием осадка в течение 14 суток.

Количество железа, в условном сухом веществе в расчете на $Fe(OH)_3$, выпадающего в осадок за сутки, $kg/сут$, равно

$$q = \frac{107 \cdot Q \cdot Fe}{56 \cdot 1000} \quad (51)$$

где Q – полная производительность станции, $m^3/сут$; Fe – концентрация железа в воде, $mg/л$; 56 – атомная масса железа; 107 – молекулярная масса гидроксида.

$$q = \frac{107 \cdot Q \cdot Fe}{56 \cdot 1000} = \frac{107 \cdot 35838 \cdot 2,28}{56 \cdot 1000} = 156 kg/сут$$

Объем влажного осадка, выпадающего за сутки:

$$W_{oc,сут} = \frac{100 \cdot q}{1000 \cdot (100 - p)}, m^3/сут \quad (52)$$

где p – влажность осадка, %, принимаемая равной для безреагентного обезжелезивания 96,5.

$$W_{oc,сут} = \frac{100 \cdot 156}{1000 \cdot (100 - 96,5)} = 4,45 m^3/сут$$

Продолжительность нахождения осадка T_{oc} , сут, в зоне уплотнения отстойника составляет

$$T_{oc} = \frac{W_{oc}}{W_{oc,сут}}$$

При $T_{oc} = 14 сут$ объем зоны накопления осадка составит

$$W_{oc} = T_{oc} \cdot W_{oc,сут} = 14 \cdot 4,45 = 62,3 m^3$$

Для четырехсекционного отстойника высота осадочной призмы отстойника составит:

$$h_n = \frac{W_{oc} \cdot 3}{4 \cdot (F_1 + f_n + \sqrt{F_1 \cdot f_n})}, \text{ м} \quad (53)$$

где F_1 – площадь прямоугольной части секции отстойника, м^2 ;

f_n – площадь нижней части осадочной призмы, м^2 , рассчитывается исходя из ширины нижней части осадочной призмы, принимаемой 0,2 м.

$$h_n = \frac{W_{oc} \cdot 3}{4 \cdot (F_1 + f_n + \sqrt{F_1 \cdot f_n})} = \frac{62,3 \cdot 3}{4 \cdot (27 + 0,04 + \sqrt{27 \cdot 0,04})} = \frac{62,3 \cdot 3}{4 \cdot 28} = 1,7 \text{ м}$$

Производительность насосов перекачки осадка из зоны уплотнения отстойника определяется, исходя из рекомендуемого времени перекачки осадка 30-40 минут (принимается 0,5 ч).

$$q_n = \frac{W_{oc}}{t_n} = \frac{62,3}{0,5} = 125 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad \text{или } 35 \text{ л/с}$$

После отстаивания осветленная вода насосами подается на станцию обезжелезивания перед фильтрами. К установке приняты самовсасывающие насосы для отвода загрязненной воды марки Wilo-Drain LPC80/29 $Q=60 \text{ м}^3 / \text{ч}$, $H=16 \text{ м}$ (2 рабочих, 1 резервный).

Ил со дна отстойников перекачивается на шламовые площадки насосами для перекачки сред, загрязненных грубыми частицами, марки Wilo-Drain TP 50/TP 65 $Q=40 \text{ м}^3 / \text{ч}$, $H=10 \text{ м}$ (3 рабочих, 1 резервный).

1.5.4 Шламовые площадки

Ил со дна отстойников перекачивается на площадки, а затем, по мере накопления, вывозятся в места, согласованные с городскими и районными центрами гигиены и эпидемиологии.

Количество железа, выпавшего в осадок за сутки:

$$q_{\text{Fe}} = \frac{Q \cdot \text{Fe}}{1000} \text{ ,кг/сут}$$

где Q – производительность станции;

Fe – содержание железа в исходной воде – 1,86 мг/л.

$$q = \frac{107 \cdot Q \cdot \text{Fe}}{56 \cdot 1000} = \frac{107 \cdot 35838 \cdot 2,28}{56 \cdot 1000} = 156 \text{ кг / сут}$$

Объем осадка 96,5% в пересчете на $\text{Fe}(\text{OH})_3$:

$$W_{oc, \text{сут}} = \frac{100 \cdot 156}{1000 \cdot (100 - 96,5)} = 4,45 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Объем осадка после уплотнения за 14 суток составит:

$$4,45 \cdot 14 = 62,3 \text{ м}^3$$

Общая полезная площадь площадок намораживания определяется:

$$F = F_B + F_{ол} + F_3, \text{ м}^2 \quad (54)$$

где $F_B + F_{ол} + F_3$ — площадь площадок (м^2), определяется по зеркалу осадка при заполнении площадок на половину глубины, соответственно для весеннего, летне-осеннего и зимнего напуска;

Глубина промерзания:

$$H_{пр} = 0,017 \cdot \sqrt{\sum t}, \text{ м}$$

где $\sum t$ — сумма абсолютных значений отрицательных температур за период устойчивого мороза;

$$\sum t = (5,1 \cdot 31) + (4,6 \cdot 28) + (0,6 \cdot 30) + (2,8 \cdot 31) = 158,1 + 128,8 + 18 + 86,8 = 391,7$$

$$H_{пр} = 0,017 \cdot \sqrt{391,7} = 0,336 \text{ м}$$

Объем уплотненного осадка на площадках весеннего и летне-осеннего напусков:

$$W = \frac{W_{сут.ос} \cdot C \cdot T \cdot 100}{1000 \cdot 1000 \cdot (100 - P) \cdot \rho}, \text{ м}^3 \quad (55)$$

$$W_{сут.ос} = 4,45 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$T = 30 + 31 = 61 \text{ день} — \text{продолжительность расчетного весеннего периода};$$

$T = 31 + 28 + 30 + 31 = 120$ дней — период устойчивых отрицательных температур;

$T = 365 - 61 - 120 = 184$ дня = 6,1 месяц — продолжительность расчетного летне-осеннего периода;

P — влажность в % осадка весеннего или летнего, для весеннего напуска — 2,0 месяца — 91%, для летне-осеннего напуска — 5,5 месяца — 84,5%

ρ — плотность осадка — 1,12 при влажности $P = 84,5\%$ и 1,075 при влажности $P = 91\%$;

C — средняя за расчетный период концентрация взвешенных веществ в воде, $\text{г}/\text{м}^3$, зависящая от его влажности:

$$C_{вес} = (100 - 91) \times 10^4 = 90000 \text{ г}/\text{м}^3$$

$$C_{л.о.} = (100 - 85) \times 10^4 = 150000 \text{ г}/\text{м}^3$$

$$W_{вес} = \frac{4,45 \cdot 90000 \cdot 61 \cdot 100}{1000 \cdot 1000 \cdot (100 - 91) \cdot 1,075} = \frac{4,45 \cdot 549000000}{9675000} = 4,45 \cdot 56,74 = 252,5 \text{ м}^3$$

$$W_{л.о.} = \frac{4,45 \cdot 150000 \cdot 184 \cdot 100}{1000 \cdot 1000 \cdot (100 - 84,5) \cdot 1,12} = \frac{4,45 \cdot 2760000000}{17360000} = 4,45 \cdot 159 = 707,5 \text{ м}^3$$

$$W = W_{вес} + W_{л.о.} = 252,5 + 707,5 = 960 \text{ м}^3$$

Площадь площадок для весенне-летне-осеннего напусков составит:

$$F_{вес-лет} = \frac{W}{H_{пром}} = \frac{960}{0,336} = 2857 \text{ м}^2$$

Полезная площадь площадок для зимнего напуска определяется из условия размещения объема осадка, поступившего в период устойчивого мороза без учета уплотнения осадка на площадке.

$$W_3 = W_{ре(об)} \cdot T_3 = 4,45 \cdot 120 = 534 \text{ м}^3$$

Слой осадка при одном напуске принимается равным 0,08 м.

Слой осадка на площадке зимнего намораживания H_3 определяется как сумма последовательно намороженных слоев осадка за период устойчивого мороза.

$$H_3 = h \cdot n, \text{ м}$$

где n – число напусков осадка за период устойчивого мороза, определяемого по формуле:

$$n = K \cdot \frac{S}{\tau} \quad (55)$$

где K – коэффициент, учитывающий неполное использование периода устойчивого мороза, принимаемый – 0,8;

S – количество суток в период устойчивого мороза;

τ – продолжительность промораживания слоя осадка в сутках

$t=5,1 \quad \tau=3,26$ – 31 день

$t=4,5 \quad \tau=3,76$ – 28 дней

$t=0,6 \quad \tau=0$ – 30 дней

$t=2,8 \quad \tau=4,75$ – 31 день

$$n = 0,8 \cdot \left(\frac{31}{3,26} + \frac{28}{3,76} + \frac{30}{0} + \frac{31}{4,75} \right) = 19 \text{ напусков}$$

$$H_3 = 0,08 \cdot 19 = 1,52 \text{ м}$$

Полезная площадь площадки для зимнего намораживания:

$$F_3 = \frac{534}{1,52} = 351 \text{ м}^2$$

Полезная площадь площадки составит:

$$F_{в+л.о.} + F_3 = 2857 + 351 = 3208 \text{ м}^2$$

Принимаем 8 площадок площадью:

$$F_{пл} = 3208 / 8 = 401 \text{ м}^2$$

При этом слой осадка на площадке зимнего намораживания будет:

$$h_3 = \frac{W_3}{F_{пл}} = \frac{534}{401} = 1,33 \text{ м}$$

Строительную высоту ограждающих валиков определяем по формуле:

$$H_{стп} = \frac{N \cdot W_3}{F} + h_3 + 0,2, \text{ м}$$

где W_3 – годовой объем уплотненного осадка 70% влажности

$$W_{F_{(OH)}} = \frac{107 \cdot q_{Fe} \cdot 100}{56 \cdot 3,5 \cdot 1000}$$

$$W_a = \frac{107 \cdot 156 \cdot 100 \cdot 365}{56 \cdot 30 \cdot 1000} = 363 \text{ м}^3$$

N – число лет накопления – 3 года

h_1 – слой неуплотненного осадка за последний год перед вывозом осадка влажностью 96,5%

$$W_{r(\text{неупл.})} = 4,45 \cdot 365 = 1624,25 \text{ м}^3$$

$$h_1 = \frac{1624,25}{3208} = 0,50 \text{ м}$$

Вывозится осадок 70% влажности.

$4,45 \cdot 0,3 = 1,335 \text{ м}^3/\text{сут}$ – осадок 70% влажности.

$$H_{\text{отр}} = \frac{3 \cdot 363}{3208} + 0,50 + 0,2 = 1 \text{ м}$$

Принимаем высоту валиков 2м.

К строительству принимаем 8 площадок размером 20×20м по низу с высотой оградительных валиков – 2м.

1.6 Реконструкция насосных станций систем водоснабжения

В соответствии с [9], в зависимости от функционального назначения в общей системе водоснабжения насосные станции подразделяются на категории по степени обеспеченности подачи воды:

I – насосные станции, подающие воду непосредственно в сети, определенные в ТКП 45-2.02-138 [3];

II – насосные станции, подающие воду из водотоков или пожарных резервуаров и водоемов с учетом требований ТКП 45-2.02-138;

III – насосные станции, подающие воду по одному трубопроводу, а также на поливку или орошение.

Выбор типа насосов и определение их количества следует производить на основании расчетов совместной работы насосов, водоводов, сетей, регулирующих емкостей, суточного и часового графиков водопотребления, условий тушения пожаров, очередности ввода в действие объекта.

При выборе типа насосов следует обеспечивать минимальную величину избыточных давлений, развиваемых насосами при всех режимах работы, за счет использования регулирующих емкостей, регулирования числа оборотов, изменения числа и типов насосов, обточки или замены рабочих колес в соответствии с изменением условий их работы в течение расчетного срока.

В насосных станциях для группы насосов одного назначения, подающих воду в одну и ту же сеть или водоводы, количество резервных насосов следует принимать согласно таблице 14.1.

Таблица 14.1

Количество рабочих насосов одной группы, шт.	Количество резервных насосов, шт., в насосных станциях категорий		
	I	II	III
До 6 включ.	2	1	1
Св. 6 до 9 включ.	2	1	—
Св. 9	2	2	—

Примечания

- 1 В количество рабочих насосов включаются пожарные насосы.
- 2 Рабочих насосов одной группы, кроме пожарных, должно быть не менее двух. В насосных станциях II и III категории при обосновании допускается установка одного рабочего насоса.
- 3 При установке в одной группе насосов с разными характеристиками, количество резервных насосов следует принимать для насосов большей производительности, а резервный насос меньшей производительности хранить на складе.
- 4 В насосных станциях II категории при количестве рабочих насосов 10 и более один резервный насос допускается хранить на складе.
- 5 Если количество однотипных рабочих насосов основного назначения в водопроводе низкого давления обеспечивают подачу максимального расхода воды на хозяйственные, питьевые и производственные нужды населенного пункта и расчетного расхода воды на тушение пожаров, то количество резервных пожарных насосов дополнительно к резерву насосов основного назначения не принимается.
- 6 Если требуется сверх количества однотипных рабочих насосов включить еще один или два насоса такого же типа для обеспечения подачи общего расхода при тушении пожаров в населенном пункте, то количество резервных насосов следует увеличить на один для насосных станций I категории по обеспеченности подачи воды.

1.6.1 Определение давления насосов первого подъема (до реконструкции).

Давление насосов 1-го подъема для существующего положения, когда подземная вода, забираемая скваженными насосами, подается без водоподготовки в разводящую кольцевую сеть, можно определить по формуле:

$$P = (z_1 - z_{дин}) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6} + \Delta p, \text{ МПа} \quad (56)$$

где z_1 – пьезометрическая отметка в месте подключения напорных водоводов к городской кольцевой сети, м.

$z_{дин}$ – отметка динамического уровня воды в скважине, м

ρ – плотность перекачиваемой жидкости (воды), кг/м^3 .

Δp – суммарные потери давления, МПа.

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5, \text{ МПа} \quad (57)$$

где Δp_1 – потери давления в сборных водоводах, МПа.

$$\Delta p_1 = \sum h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (58)$$

$\sum h$ – потери в сборных водоводах 1-го подъема, м.

$$\Delta p_1 = 0,093 \text{ МПа}$$

Δp_2 – потери давления в подземных трубопроводах, 0,03 МПа.

Δp_3 – потери давления в фильтрах насосов, 0,01 МПа.

Δp_4 – потери давления, на излив, 0,01 МПа.

Δp_5 – потери в насосах и коммуникациях насосной станции первого подъема, 0,015 МПа.

$$\Delta p = 0,093 + 0,03 + 0,01 + 0,015 = 0,158 \text{ МПа}$$

На случай максимального водопотребления давление насосов составит:

$$P = (215,72 - 159,2) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} + 0,158 = 0,72 \text{ МПа}$$

При требуемой подаче насоса

$$q_{\text{нас.}} = q_{\text{факт.}} = 90,16 \text{ м}^3 / \text{час}$$

и при требуемом давлении 0,72 МПа или 72 м подбирается насосное оборудование.

Пример оформления разреза скважины с расчетными отметками представлен на рисунке 4.

Разрез напорной скважины № 1
(площадка н.с. № 1) до реконструкции

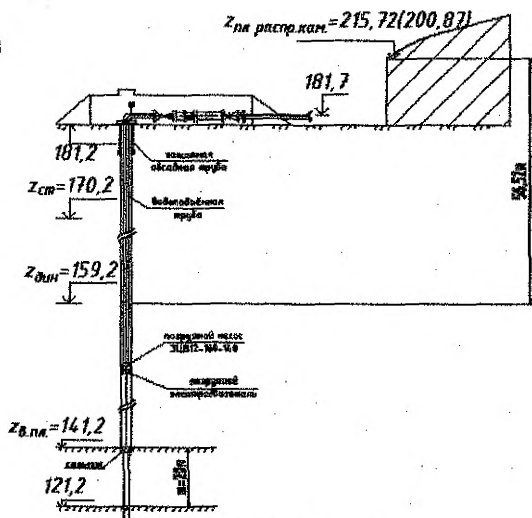


Рисунок 4

1.6.2 Определение давления насосов первого подъема (после реконструкции)

Давление насосов 1-го подъема для случая расширения жилой застройки, когда подземная вода, забираемая скваженными насосами, подается на станцию обезжелезивания, можно определить по формуле:

$$P = (z_1 - z_{\text{дин}}) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6} + \Delta p, \text{ МПа} \quad (59)$$

где z_1 – отметка воды в распределительной чаше фильтров обезжелезивания, м ($z_1 = z_3 + 4,5 = 181 + 4,5 = 185,5$ м – для случая устройства открытых безнапорных фильтров,

$z_1 = z_3 + 15 = 181 + 15 = 196$ м – для случая устройства напорных фильтров, где 15 м – давление на входе фильтров);

z_3 – отметка земли площадки станции обезжелезивания, м

$z_{\text{дин}}$ – отметка динамического уровня воды в скважине, м

ρ – плотность перекачиваемой жидкости (воды), кг/м³.

Δp – суммарные потери давления, МПа.

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5, \text{ МПа} \quad (60)$$

где Δp_1 — потери давления в сборных водоводах до станции обезжелезивания, МПа.

$$\Delta p_1 = \sum h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа}$$

Δh — потери в сборных водоводах, м.

$$\Delta p_1 = 0,031 \text{ МПа}$$

Δp_2 — потери давления в подземных трубопроводах, 0,03 МПа.

Δp_3 — потери давления в фильтрах насосов, 0,01 МПа.

Δp_4 — потери давления, на излив, 0,01 МПа.

Δp_5 — потери в насосах и коммуникациях насосной станции первого подъёма, 0,015 МПа.

$$\Delta p = 0,031 + 0,03 + 0,01 + 0,01 + 0,015 = 0,096 \text{ МПа}$$

Тогда давление насосов в час максимального водопотребления составит:

$$P = (185,5 - 160,2) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} + 0,096 = 0,35 \text{ МПа}$$

При требуемой подаче насоса

$$q_{\text{нас.}} = q_{\text{факт.}} = 87,8 \text{ м}^3 / \text{час} \text{ или } 24,4 \text{ л/с}$$

и при требуемом давлении 0,35 МПа или 35 м подбирается насосное оборудование. Пример оформления разреза скважины с расчетными отметками представлен на рисунке 5.

Разрез напорной скважины № 4
(площадка н.с. № 4) после реконструкции

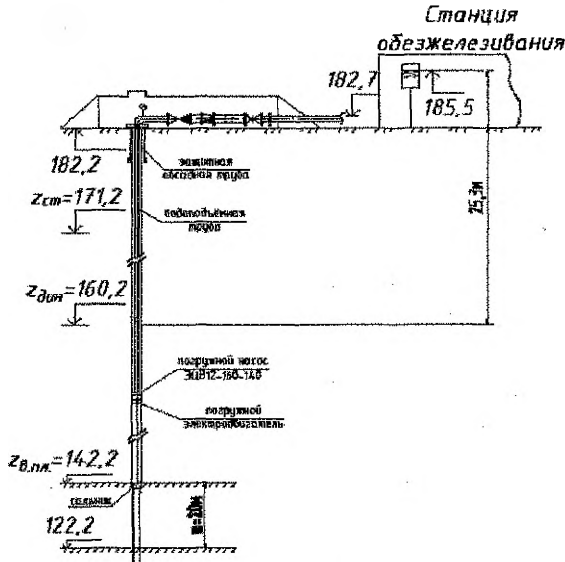


Рисунок 5

1.6.3 Определение давления насосов второго подъема (случай строительства станции обезжелезивания при реконструкции сети)

Давление насосов 2-го подъема:

$$P = (z_1 - z_2) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6} + \Delta p, \text{ МПа} \quad (61)$$

где z_1 – пьезометрическая отметка в месте подключения напорных водоводов к городской кольцевой сети, м.

z_2 – отметка противопожарного уровня воды в РЧВ (или отметка дна РЧВ на случай пожаротушения), м

ρ – плотность перекачиваемой жидкости (воды), кг/м³.

Δp – суммарные потери давления, МПа.

$$\Delta p = (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (62)$$

где h_1 – потери в коммуникациях, 2 м;

h_2 – потери в водомере, 1,5 м;

h_3 – потери в водоводах от НС II до камеры подключения к кольцевой сети, м;

h_4 – потери во всасывающих водоводах (насосах), 1,5 м;

$$\Delta p = (2 + 1,5 + 11,12 + 1,5) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,16 \text{ МПа}$$

$$\text{То же с учетом пожара } \Delta p = (2 + 1,5 + 11,82 + 1,5) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,17 \text{ МПа}$$

Давление насосов составит:

Для часа максимального водопотребления

$$P = (281,35 - 249,25) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} + 0,16 = 0,48 \text{ МПа}$$

$$\text{То же с учетом пожара } P = (275,31 - 247,7) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} + 0,17 = 0,45 \text{ МПа}$$

Подбираются насосы погружные, которые устанавливаются в РЧВ с необходимым давлением 0,45÷0,48 МПа и подачей $(856 \div 886) / 24 = 35,7 \div 37$ л/с в час максимального водопотребления и с учетом пожаротушения (принято к проектированию три площадки по 4 РЧВ на каждой, в каждом РЧВ устанавливаем по 2 рабочих и 1 резервному насосу).

2. Реконструкция системы водоотведения.

При проектировании канализационных сетей и сооружений на них следует соблюдать требования технического кодекса [7], других нормативных правовых и технических нормативных правовых актов, в том числе по охране вод, атмосферного воздуха и почвы, утвержденных в установленном порядке.

При реконструкции канализационных сетей и сооружений на них для получения достоверных исходных данных должны быть проведены обследования существующих канализационных сетей и сооружений на них (анализ фактических данных по эксплуатации, проектной и исполнительной документации, гидравлические, технологические, химические, микробиологические и другие необходимые исследования и изыскания с последующим проведением технико-экономических расчетов). По результатам обследований необходимо

дать техническую, экономическую и санитарно-экологическую оценку и обосновать степень дальнейшего использования существующих сооружений и сетей с учетом затрат по реконструкции и интенсификации их работы.

Согласно заданию, курсовой проект предусматривает: 1) трассировку хозяйственной канализации для существующего положения, гидравлический расчет главного коллектора и одного бокового притока с учетом перспективы развития населенного пункта; 2) трассировку хозяйственной канализации с учетом расширения жилой застройки, гидравлический расчет коллектора для нового жилого микрорайона с построением продольных профилей до колодца подключения к существующей сети; 3) проверочный расчет пропускной способности приемной камеры, сооружений механической или биологической очистки сточных вод с учетом расширения очистных сооружений для уточнения количества этих сооружений и/или для реконструкции существующих сооружений путем ввода новых конструктивных элементов.

2.1 Трассировка существующих и проектируемых объектов водоотведения населенного пункта

Трассировку канализационных сетей и прокладку трубопроводов, а также устройство сооружений на канализационной сети следует выполнять в соответствии с требованиями ТКП 45-3.01-116, ТКП 45-3.01-155 и ТКП 45-4.01-56.

Трассировка производится в следующей последовательности: выбирается место размещения площадки очистных сооружений, затем трассируют главный коллектор, а затем коллекторы бассейнов стока и в последнюю очередь уличную сеть. Во всех случаях исходят из условий самотечного движения сточных вод по трубам на всей территории города при их минимальной протяженности. При этом стараются предопределить минимальный объем земляных работ при строительстве сети. При трассировке на местности с плоским рельефом следует учитывать длины боковых притоков с тем, чтобы некоторые из них не имели заглубления большего, чем главный коллектор.

При больших заглублениях коллекторов возникает необходимость в устройстве насосных станций перекачек. Устройство насосных станций перекачек необходимо и в том случае, если часть микрорайонов расположена на обратных скатах.

В пределах застройки коллекторы трассируют по городским проездам, а уличную сеть – по кратчайшему расстоянию от водоразделов, по возможности с уклоном местности.

В данном курсовом проекте используется трассировка сети по объемлющей схеме, т.к. кварталы имеют большие размеры. При такой трассировке уличные трубопроводы огибают квартал с четырех сторон [14].

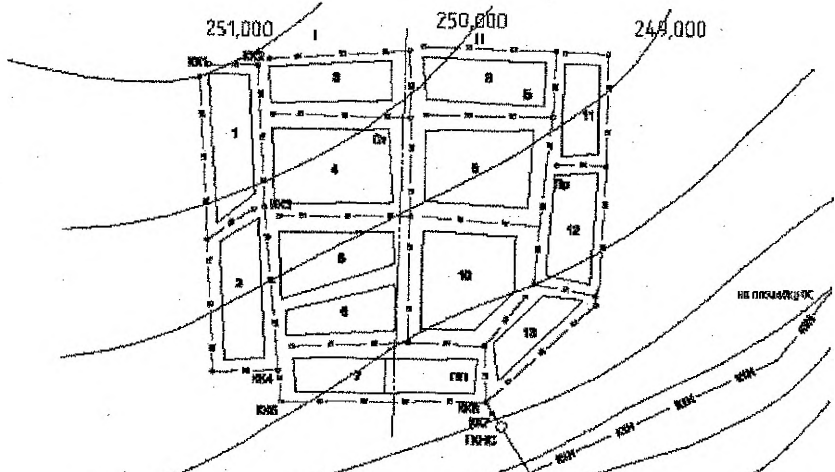


Рисунок - 6 Трассировка сетей K1 для существующего подполжения

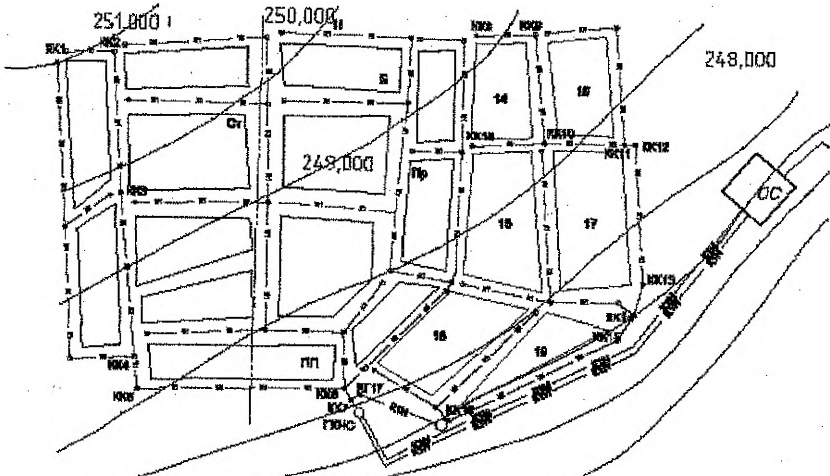


Рисунок - 7 Трассировка сетей K1 в условиях расширения жилой застройки

Реконструкция насосных станций сточных вод

Проектирование и конструирование канализационных насосных станций следует выполнять, руководствуясь требованиями ТКП 45-4.01-32, ТКП 45-2.04-153, ТКП 45-2.02-142, ТКП 45-4.01-200 [9] и ТКП 45-5.01-254.

Насосные и воздуходувные станции по надежности действия следует подразделять на три категории. Категории надежности насосных станций (согласно ТКП 45-4.01-53-2012) следует принимать по таблице 14.2.

Таблица 14.2

Категория надежности действия	Характеристика режима работы насосных станций
Первая	Не допускающие перерыва или снижения подачи сточных вод
Вторая	Допускающие перерыв подачи сточных вод не более 6 ч
Третья	Допускающие перерыв подачи сточных вод не более 1 сут

Примечание — Перерыв в работе насосных станций второй и третьей категории возможен при учете требований 4.8, технологических условий производства или при прекращении водоснабжения населенных пунктов не более чем на 1 сут при численности населения до 5000 чел.

Требования к компоновке и обустройству канализационных насосных станций с погружной установкой насосов необходимо принимать согласно требованиям ТНПА с учетом особых требований к режиму эксплуатации насосов, устанавливаемых изготовителями насосов.

Число резервных насосов следует принимать по таблице 14.3.

Таблица 14.3

Бытовые и близкие к ним по составу производственные сточные воды				Агрессивные сточные воды	
Число насосов					
Рабочих	Резервных при категории надежности действия			Рабочих	Резервных при любой категории надежности действия
	первой	второй	третьей		
1	1 и 1 на складе	1	1	1	1 и 1 на складе
2	1 и 1 на складе	1	1	2-3	2
3 и более	1 и 1 на складе	1 и 1 на складе	1 и 1 на складе	4	3
-	-	-	-	5 и более	Не менее 50 %

Примечания
 1 При реконструкции насосных станций для всех категорий надежности действия число насосов принимать 1 и 1 на складе;
 2 При установке насосов зарубежных фирм, имеющих высокую надежность, а также позволяющих произвести замену насоса в течение от 3 до 4 часов, число резервных агрегатов может быть уменьшено на единицу с дополнительным хранением его на складе.

Для главной канализационной насосной станции выполняется подбор насосного оборудования с учетом установки погружных насосов.

Требуемое давление $P_{нас}$ погружного насоса определяется:

$$P_{нас} = P_{ст} + \Delta P = P_{ст} + \Delta p_{ис} + \Delta p_{в.м.} + \Delta p_{н.в.} + \Delta p_{н.г.}, \text{ МПа} \quad (63)$$

$$P_{нас} = (H_{г.} + h_{н.с.} + h_{н.м.} + h_{н.в.} + h_{н.г.}) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}, \text{ МПа} \quad (64)$$

где H_r – геометрическая высота подъема воды, м, определяется по формуле:

$$H_r = Z_{oc} - Z_{пр}, \text{ м} \quad (65)$$

Z_{oc} – отметка воды в приёмной камере очистных сооружений, м, по заданию на проектирование

$$Z_{oc} = Z_{з(oc)} + 3,5, \text{ м} \quad (66)$$

$Z_{з(oc)}$ – отметка земли очистных сооружений, м.

$$Z_{oc} = 246 + 3,5 = 249,5 \text{ м}$$

$Z_{пр}$ – отметка уровня воды в резервуаре ГКНС, по заданию

$$Z_{пр} = Z_{з(гкнс)} - 2,3, \text{ м} \quad (67)$$

$Z_{з(гкнс)}$ – отметка земли площадки ГКНС, м.

$$Z_{пр} = 246,8 - 2,3 = 244,5 \text{ м}.$$

Тогда геометрическая высота подъема воды:

$$H_r = 249,5 - 244,5 = 5 \text{ м}.$$

h_{nc} – потери напора на внутренних трубных коммуникациях насосной станции, ($h_{nc} = 1,8 \text{ м}$);

h_n – напор сточной жидкости на изливе ($h_n = 1,0 \text{ м}$);

$h_{вм}$ – потери напора в водомере, м, определяется по формуле:

$$h_{вм} = \frac{v_{ж}^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) (1 - m), \text{ м} \quad (68)$$

где m – коэффициент относительного сужения потока на диафрагме ($m = 0,2$).

После подстановки:

$$h_{вм} = \frac{1,14^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \left(\frac{1}{0,2^2} - 1 \right) (1 - 0,2) = 2 \text{ м}$$

$h_{нв}$ – потери напора в нагнетательном водоводе, м:

$$h_{нв} = 1,05 \cdot 1000 \cdot i \cdot l_{нв}, \text{ м} \quad (69)$$

После подстановки: при расходе, подаваемом на очистные сооружения 964,564 л/с по двум водоводам, и диаметре напорных ж/б трубопроводов: 700 мм каждый

$$h_{нв} = \frac{1,05 \cdot 2,11 \cdot 4000}{1000} = 8,8 \text{ м}$$

После подстановки:

$$P_{нас} = (5 + 1,8 + 2 + 8,8 + 1) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,19 \text{ МПа}$$

Производится подбор насосного оборудования: для обеспечения заданной производительности 965 л/с и требуемого напора 19 м насосная станция оборудована погружными насосами марки Wilo-EMU FA...T производительностью $Q = 1050 \text{ м}^3/\text{час}$ (400 л/с) каждый, с максимальным напором $H = 30 \text{ м}$ (2 насоса рабочих, 1-резервный).

2.1.2 Определение расчетных расходов по участкам сети

После трассировки сети определяют расходы сточных вод на расчетных участках канализационной сети. Расчетным участком сети называют канализационную линию между двумя точками, в которой расчетный расход может быть условно принят постоянным.

Общий средний расход сточных вод, л/с, для каждого расчётного участка определяется как сумма трёх расходов: *путевого (попутного)* - поступающего в расчётный участок от жилой застройки, примыкающей непосредственно к данному участку сети; *бокового* - поступающего от присоединяемых боковых линий сети, подключенных к начальной точке участка сети, и *транзитного* - поступающего от вышерасположенных участков, по величине равного общему среднему расходу предыдущего участка.

Умножая общий средний расход на коэффициент неравномерности, получаем расчётный расход от жилой застройки. Прибавляя к нему расчётные сосредоточенные расходы, получают общий расчётный расход по участку.

Попутные (путевые) расходы сточных вод допускается определять одним из следующих методов:

- методом площадей стока;
- методом длин линий.

При расчете расходов сточных вод по методу длин линий удельный расход сточных вод, л/с·м, следует вычислять по формуле

$$q_0^L = \frac{q_n \cdot N}{86400 \cdot \sum L}, \quad (70)$$

где q_n - норма водоотведения, л/чел·сут;

N - численность населения рассматриваемого района жилой застройки, чел; для новых кварталов жилой застройки численность населения определяется с учетом процента увеличения расчетного расхода;

$\sum L$ - сумма длин всех участков сети района жилой застройки, м.

Средний секундный расход сточных вод, л/с, следует вычислять по формуле:

$$q_w = q_0^L \cdot L, \quad (71)$$

где q_0^L - удельный расход сточных вод на единицу длины сети, л/с·м;

L - длина участка сети, м.

Максимальный секундный (расчетный) расход сточных вод, л/с, следует вычислять по формуле:

$$q_{\max}^w = K_{\text{ген.мах}} \cdot q_w, \quad (72)$$

где $K_{\text{ген.мах}}$ - максимальный коэффициент общей неравномерности притока сточных вод, принимается по таблице 15.

Таблица 15 - Общие коэффициенты неравномерности притока сточных вод

Средний секундный расход сточных вод, л/с	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
Коэффициент $K_{\text{общ.мах}}$	2,5	2,3	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
Коэффициент $K_{\text{факт.мах}}$	0,38	0,45	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Примечания

1. Общие коэффициенты неравномерности притока сточных вод, приведенные в таблице, допускается принимать при расчете производственных сточных вод, не превышающих 45 % от общего расхода. При расходе производственных сточных вод более 45 % общие коэффициенты неравномерности притока сточных вод следует определять с учетом неравномерности отведения бытовых и производственных сточных вод по чистым суткам согласно данным фактического притока сточных вод и эксплуатации аналогичных объектов.
2. При средних расходах сточных вод менее 5 л/с максимальный коэффициент общей неравномерности притока сточных вод принимается равным 3.
3. При промежуточных значениях среднего секундного расхода сточных вод общие коэффициенты неравномерности притока сточных вод следует определять интерполицией.

Все расчёты заносятся в таблицы 16,17.

Таблица 16 – Определение средних расходов на участках сети

№ участка	Длина участка сети, L, м	Удельный расход сточных вод на единицу длины сети, л/с·м	Средний секундный расход сточных вод на участке сети, л/с
1-й район			
1-2
	$\sum L_1$		$\sum q_{w1}$
2-й район			
...
	$\sum L_2$		$\sum q_{w2}$
3-й район (расширение застройки)			
...
	$\sum L_3$		$\sum q_{w3}$
	$\sum L_{\text{город}}$		$\sum q_{\text{в город}}$

Таблица 17 – Определение расчетных расходов на участках сети

№№ Расчетных участков	№№ участков			Средние расходы, л/с				Коэф-т неравномерности	Расчетные расходы		
	Путевых	Боковых	Транзитных	Путевые	Боковые	Транзитные	общие		От жилой застройки	сосредоточенные	
									Боковые	Транзитные	
Сеть до расширения жилой застройки											
Боковой приток											
Главный коллектор (до очистных сооружений)											
Сеть после расширения жилой застройки											
Коллектор в зоне расширения застройки											
Боковой приток											
Главный коллектор (до очистных сооружений)											

2.2 Гидравлический расчет водоотводящих сетей в условиях реконструкции

Задача гидравлического расчета канализационной сети в том, чтобы при известном расходе воды подобрать диаметр труб и придать сети такие уклоны, при которых скорость движения потока была бы достаточной для перемещения загрязнений, движущихся с потоком.

При гидравлическом расчёте определяют диаметры и уклон труб, скорость движения и наполнения воды в них, потери напора на отдельных участках, а также вычисляют отметки лотков трубопроводов в колодцах и глубину их заложения.

Минимальная глубина заложения трубопроводов должна приниматься исходя из следующих условий:

- исключения промерзания труб;
- исключение механического разрушения труб под воздействием внешних нагрузок;
- обеспечения самотечного присоединения к трубопроводам внутриквартальных сетей и боковых веток.

Минимальную глубину заложения канализационных трубопроводов следует принимать на основании опыта эксплуатации подземных коммуникаций в данной местности.

При отсутствии данных по опыту эксплуатации минимальная глубина заложения (до низа трубы) может определяться по формулам

– исходя из глубины промерзания h_{min} , м:

$$h_{min} = h_{pr} - a \quad (73)$$

где h_{pr} – глубина промерзания грунта, м, принимается в соответствии с СНБ 2.04.02 (см. приложение 3);

a – величина, зависящая от диаметра трубопровода, значение которой рекомендуется принимать, м:

0,3 при диаметре до 500 мм;

0,5 при большем диаметре.

– исходя из защиты трубопроводов от механического разрушения в результате воздействия внешних нагрузок h_{min} , м:

$$h_{min} = 0,7 + d \quad (74)$$

где d – наружный диаметр трубы, м.

Минимальную глубину заложения трубопровода в диктующей точке следует принимать большую из двух значений полученных по формулам (73) и (74).

Минимально допустимую глубину уличной сети в начальной точке H_0 , м, следует определять по формуле

$$H_0 = h_{min} + i \cdot \Sigma L + z_0 - z + \Delta d \quad (75)$$

где h_{min} – глубина заложения выпуска из самого удаленного здания квартала, м;

z_0 – отметка поверхности земли в начальной точке уличной сети, м;

z – отметка поверхности земли у выпуска, м;

ΣL – суммарная длина внутриквартальной сети и соединительной ветки, м;

Δd – разница в диаметрах городской и внутриквартальной сетей, м;

i – уклон внутриквартальной сети.

При отсутствии исходных данных по внутриквартальной сети в курсовом проекте допускается принимать диаметр выпуска и диаметр внутриквартальной сети $d_{снн} = 150 \div 200$ мм, уклон внутриквартальной сети $i = 0,008 \div 0,007$.

Максимальную глубину заложения канализационной сети следует определять технико-экономическим расчетом в зависимости от материала труб, их диаметра, грунтовых условий, метода производства работ. Наибольшую глубину заложения самотечных коллекторов рекомендуется принимать при открытом способе производства работ: до 4,5 м в скальных грунтах, до 5-6 м в мокрых и пльвунах, до 7-8 м в сухих песчаных.

При проектировании самотечных коллекторов следует предусматривать пропуск расчетных расходов при незаплавляющих скоростях движения транспортируемых сточных вод в соответствии с требованиями ТКП 45-4.01-56 [7] и ТКП 45-4.01-57. Гидравлический расчет напорных канализационных трубопроводов следует производить в соответствии с требованиями ТКП 45-4.01-32.

Таблица 18. Наибольшее наполнение и наименьшие скорость и уклон при проектировании самотечных сетей

Диаметр условного прохода, мм	Наибольшее наполнение	Наименьшие	
		скорость, м/с	уклон
До 200	0,60	0,70	0,0046
300	0,70	0,80	0,0033
400	0,70	0,80	0,0021
500	0,75	0,90	0,0020
600	0,75	1,00	0,0019

Продолжение таблицы 18

800	0,75	1,00	0,0013
1000	0,80	1,15	0,0013
1200	0,80	1,15	0,0010
1400	0,80	1,3	0,0010
2000 и более	0,80	1,5	0,0009

Гидравлический расчёт в курсовом проекте проводится для главного коллектора и бокового притока, к которому предполагается присоединение при расширении застройки (существующее положение), а также магистрального коллектора и бокового притока к нему в районе расширения жилой застройки (реконструкция сети).

Данные гидравлического расчёта сводятся в таблицу.

Расчетные участки в местах их соединения, а также в местах присоединения боковых притоков, должны выравниваться по расчётному уровню воды или по шельгам. Во всех случаях соединения труб в колодце дно лотка входной трубы не должно быть ниже дна лотка выходной трубы.

2.2.1 Высотное проектирование.

Построение продольного профиля ведется одновременно с гидравлическим расчетом. Профиль строится для коллектора, расположенного в новом районе (расширения жилой застройки) до колодца подключения на существующей сети. Соединение может осуществляться самотеком или при помощи напорной ветки от проектируемой насосной станции перекачки. Если подключение к самотечной сети производится под напором, то на напорной ветке перед присоединением устраивается колодец-гаситель.

На профиле указывают надземные сооружения, поверхность земли, уровень грунтовых вод, глубину заложения по колодцам. Профиль вычерчивается в масштабах: вертикальный 1:100, горизонтальный 1:10000 или 1: 20 000. Под профилем помещают таблицу основных данных.

Отметки поверхности земли расчетных колодцев выписываются методом интерполяции согласно горизонталям с генплана населенного пункта. Все отметки: лотка трубы, поверхности воды, шельги трубы и другие – записываются с точностью до 0,001м.

Для *самотечных канализационных трубопроводов* следует применять безнапорные трубы пластмассовые, железобетонные, чугунные и асбестоцементные (хризотилцементные). Для *напорных канализационных трубопроводов* следует применять напорные трубы пластмассовые, железобетонные, стальные, чугунные и асбестоцементные (хризотилцементные) (см. приложение 4).

Применение чугунных труб для самотечной и стальных для напорной сетей допускается при прокладке:

- в труднодоступных пунктах строительства;
- просадочных грунтах, на подрабатываемых территориях;
- в местах переходов через водные преграды;
- под железными и автомобильными дорогами;
- в местах пересечения с сетями питьевого водоснабжения;
- при прокладке трубопроводов по опорам эстакад;
- в местах, где возможны механические повреждения труб.

Таблица 19 Гидравлический расчет хоз-бытовой канализационной сети

№ участка	Длина, м	Расчетный расход, л/с	Уклон, ‰	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Назначение		Падение уклона, м $h = i \cdot L$	Отметка, м								
						h/D	L, м		Поверхности земли		Поверхности воды или шельфы		Поверхности лотка		Глубина заложения, м		
									в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце	средняя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Главный коллектор сети до расширения жилой застройки																	
1-2	357	6,1	0,007	200	-0,656	0,316	0,0632	2,50	183,95	183,85	182,81	180,31	182,75	180,25	1,20	3,60	2,40
2-3(НС)	1010	23,7	0,004	250	0,757	0,567	0,14175	4,04	183,85	182,90	180,19	176,15	180,051	176,01	3,80	6,89	5,34
3-10	480	27,3	0,0045	300	0,817	0,446	0,1338	2,16	182,90	182,70	181,83	179,84	181,70	179,54	1,20	3,16	2,18
10-12	857	179,2	0,0019	550	0,937	0,693	0,38115	1,63	182,70	181,95	179,84	178,21	179,29	177,66	3,41	4,29	3,85
12-13	503	267,5	0,0016	700	0,979	0,623	0,4361	0,80	181,95	181,50	180,99	180,18	180,55	179,75	1,40	1,75	1,58
13-22	1419	289,5	0,0016	700	0,993	0,657	0,4599	2,27	181,50	181,30	180,18	178,15	179,72	177,45	1,78	3,85	2,81
22-40	1573	484,1	0,0012	900	1,031	0,677	0,6093	1,89	181,30	181,05	178,15	176,26	177,25	175,36	4,05	5,69	4,87
40-ГКНС	47	697,2	0,001	1100	1,062	0,653	0,7205	0,05	181,05	181,00	176,26	175,84	175,16	175,12	5,89	5,88	5,89
Боковой приток																	
41-42	597	13,5	0,005	200	-0,728	0,571	0,1142	2,99	182,65	182,07	181,56	178,38	181,45	178,47	1,20	3,60	2,40
42-12(НС)	517	15,2	0,006	200	0,802	0,58	0,116	3,10	182,07	181,95	178,38	175,28	178,27	175,16	3,80	6,79	5,30
Главный коллектор сети в районе расширения жилой застройки																	
43-44	612	13,0	0,0045	200	0,77	0,514	0,1028	2,75	184,75	184,70	183,65	181,00	183,55	180,80	1,20	3,90	2,55
44-46	884	21,4	0,004	250	0,833	0,538	0,1345	3,54	184,70	183,65	181,00	177,46	180,75	177,21	3,95	6,44	5,20
46-48	761	63,6	0,0025	400	0,916	0,627	0,2508	1,90	183,65	182,65	177,46	175,56	177,06	175,16	6,59	7,49	7,04
48-50	134	114,1	0,0019	500	0,943	0,717	0,3585	0,25	182,65	181,50	179,69	179,44	179,19	178,94	3,46	2,56	3,01
50-52	317	147,1	0,0017	550	0,982	0,57	0,3135	0,54	181,50	181,10	179,44	178,66	178,89	178,35	2,61	2,75	2,68
52-58	853	160,5	0,0017	600	1,002	0,604	0,3624	1,45	181,10	181,00	178,66	177,45	178,30	176,85	2,80	4,15	3,48
58-КНС1	28	198,79	0,0015	700	1,014	0,573	0,4011	0,04	181,00	180,90	177,45	177,11	176,75	176,71	4,25	4,19	4,22
Боковой приток сети в районе расширения жилой застройки																	
47-48	480	14,0	0,0045	250	0,782	0,536	0,134	2,16	182,85	182,85	181,76	179,74	181,65	179,49	1,20	3,16	2,18

2.3 Реконструкция сооружений по очистке СВ. Проверочный расчет пропускной способности сооружений механической и биологической очистки с учетом расширения очистной станции

Расчетную среднесуточную производительность канализационных очистных сооружений $Q_{расч}$, м³/сут, следует определять в зависимости от суммарного расхода бытовых и производственных сточных вод [8]. Расчет сооружений сточных вод производится согласно требованиям и рекомендациям нормативной литературы [8,10].

Согласно заданию на проектирование, в курсовом проекте необходимо выполнить проверочный расчет пропускной способности отдельных сооружений механической и биологической очистки с учетом расширения очистной станции для уточнения количества этих сооружений или для реконструкции существующих путем ввода новых конструктивных элементов.

2.3.1 Подбор приемной камеры

Приемная камера предназначена для приема сточных вод поступающих на очистные сооружения канализации, гашения скорости потока жидкости и сопряжения трубопроводов с открытым лотком. Камеры предусматриваются на поступление сточных вод по одному или двум трубопроводам и располагаются в насыпи высотой до 5м.

Выбор типоразмера камеры производится в зависимости от пропускной способности, диаметра и количества напорных трубопроводов, с учетом [11].

Таблица 20

пропускная способность, л/с	На один трубопровод			На два трубопровода		
	диаметр трубопровода, мм	марка приемной камеры	размеры камеры А×В×Н, мм	диаметр трубопровода, мм	марка приемной камеры	размеры камеры А×В×Н, мм
393	600	ПК-1-60	1500×1500×1600	2×500	ПК-2-50	1500×2000×1600
476	600	ПК-1-60		2×600	ПК-2-60а	
610	700	ПК-1-70		2×600	ПК-2-60б	
750	700	ПК-1-70		2×700	ПК-2-70	1600×2500×1800
917	800	ПК-1-80		2×800	ПК-2-80	
1146	900	ПК-1-90		2×800	ПК-2-80	
1390	1100	ПК-1-110	2×800	ПК-2-80		
1810	1200	ПК-1-120	1500×1500×1600	2×1100	ПК-2-110	2000×3200×2000
2210	1200	ПК-1-120		2×1200	ПК-2-120а	
2450	1400	ПК-1-140		2×1200	ПК-2-120б	
2920	1400	ПК-1-140		2×1200	ПК-2-120б	

С учетом увеличения пропускной способности очистных сооружений может требоваться замена приемной камеры с учетом прокладки дополнительного напорного трубопровода.

2.3.2 Расчет вторичных отстойников

Расчет вторичных отстойников до реконструкции

Фактическая расчетная нагрузка на площадь зеркала воды составляет:

$$q_{ср} = \frac{4.5 \cdot K_{от} \cdot H_{от}^{0.8}}{(0.1 \cdot J \cdot a)^{0.5-0.7} \cdot d_i^3} \cdot M^3 / M^2 \cdot ч \quad (74)$$

где $K_{\text{ис}}$ — коэффициент использования объема зоны отстаивания, применяемый для горизонтальных отстойников — 0,45;

a_1 — следует принимать не менее 10 мг/л.

$$q_{\text{зст}} = \frac{4,5 \cdot 0,45 \cdot 4^{0,8}}{(0,1 \cdot 100 \cdot 4)^{0,5 \cdot 0,011}} = 4,65 \text{ м куб./м}$$

Тогда требуемая площадь составит

$$F = \frac{q_{\text{max}}}{q_{\text{зст}}} = \frac{550 \cdot 3,6}{4,65} = 425 \text{ м}^2 \quad (75)$$

Принимаем горизонтальные отстойники размером $6 \times 18 \text{ м}$ глубиной 4 м площадью 108 м^2 каждый. Всего принято 4 отделения горизонтальных отстойников общей площадью 432 м^2 .

Расчет вторичных отстойников после реконструкции

Расчет горизонтальных отстойников после реконструкции аналогичен расчету до реконструкции. Данный расчет производится с целью проверки сооружений на пропуск увеличенного расхода после расширения жилой застройки.

Фактическая расчетная нагрузка на площадь зеркала воды составляет

$$q_{\text{зст}} = \frac{4,5 \cdot 0,45 \cdot 4^{0,8}}{(0,1 \cdot 100 \cdot 4)^{0,5 \cdot 0,011}} = 4,65 \text{ м куб./м}$$

Тогда требуемая площадь составит

$$F = \frac{q_{\text{max}}}{q_{\text{зст}}} = \frac{965 \cdot 3,6}{4,65} = 747 \text{ м}^2$$

Для обеспечения пропускa увеличенного расхода сточных вод требуется строительство еще трех отделений размером $6 \times 18 \text{ м}$ глубиной 4 м площадью 108 м^2 каждое.

2.4 Приемка, пуск и наладка работы пускового комплекса сооружений после реконструкции и/или расширения станции очистки сточных вод. Разработка приемно-сдаточной документации

Приемка в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных очистных сооружений осуществляется в соответствии с СН Беларуси 1.03.04-92 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов».

Приемка в эксплуатацию является одним из важнейших моментов. Для сооружений водопровода и канализации осуществляется в 4 этапа:

- подготовительный;
- пробная эксплуатация;
- временная эксплуатация;
- постоянная эксплуатация.

Подготовительный этап "включает в себя следующие организационно-технические мероприятия, которые необходимо выполнить до пуска сооружений в пробную эксплуатацию:

1. Укомплектовать сооружения кадрами, обучить эксплуатационный персонал и провести его стажировку на аналогичных действующих очистных сооружениях;

2. Обеспечить все технологические участки и структурные подразделения положениями о них, должностными и эксплуатационными инструкциями, журналами для регистрации эксплуатационных показателей работы очистных сооружений, расчетными тарифовочными таблицами;

3. Проверить готовность химико-бактериологической лаборатории к контролю качества исходной и обрабатываемой воды;

4. Обеспечить требуемый запас и надлежащее хранение необходимых реагентов, фильтрующих материалов, решить вопрос о снабжении ими в будущем;

5. Нанести краской хорошо видимые порядковые номера на управляемые элементы оборудования (затворы, агрегаты и т.п.) соответственно инвентаризационным номерам по исполнительной документации;

6. Провести инструктаж эксплуатационного персонала о целях и задачах пробной эксплуатации и технике безопасности при ее проведении.

В период подготовки сооружений к пусконаладочным работам следует осмотреть сооружения и установить их характерные размеры и отметки; сопоставить выполненные на основе фактических обмеров поверочные расчеты сооружений и их гидравлические испытания; выявить и ликвидировать строительно-монтажные и проектные дефекты и недоделки.

Гидравлическое испытание предусматривает определение водонепроницаемости бетонных и железобетонных сооружений и трубопроводов. Сооружения испытывают по мере их готовности до начала засыпки подземной части стен и не ранее чем через 28 суток после окончания бетонных работ.

При проверке испытываемую емкость заполняют водой до наивысшего проектного уровня, при этом все задвижки и шиберы каналов перекрывают и пломбируют; наружные поверхности стен открывают для свободного доступа и осмотра; по истечении не менее 3 сут после заполнения сооружений фиксируют величину суточного понижения уровня воды в емкости, которое за одни сутки не должно превышать 3 л на 1 м смоченной поверхности стен и днища. Напорные и самотечные трубопроводы испытывают в соответствии с правилами, действующими при испытании магистральных трубопроводов.

Горизонтальность кромок проверяют по уровню воды или нивелиром. Отклонение поверхности кромок от горизонтальной плоскости не должно превышать +2 мм.

Гидравлические испытания завершаются составлением акта.

Обследование отстойников заключается в проверке отметок гребней водосливов, работы систем удаления осадка.

В отстойниках для правильной и безаварийной работы илоскреба большое значение имеет точность установки внутреннего рельсового пути, центральной опоры, правильность укладки бетона в днище и приварки скребков к форме скребкового крыла.

Проверка геометрических параметров сооружений включает в себя контрольную нивелировку на очистных сооружениях тех отметок, неправильное расположение которых нарушает технологический и гидравлический режим работы сооружений.

На отстойниках такими местами являются: днища и борта подводящих и отводящих лотков, уклон днища, отметки для приямка, гребни переливного водослива осветленной жидкости.

При выявлении каких-либо строительных недоделок или дефектов, представитель заказчика совместно с администрацией станции и представителями строящих организаций составляют на них акт. Все дефекты и недоделки устраняются до ввода станции в эксплуатацию.

Работы, относящиеся к пробной и временной эксплуатации, называются наладочными.

В процессе проведения наладочных работ устраняются выявленные на сооружениях дефекты и недоделки, достигаются необходимые технологические параметры работы всех сооружений, обеспечивается стандарт качества воды, выявляются резервы мощности оборудования и отдельных элементов сооружений.

Наладка сооружений осуществляется в два этапа. Первый этап направлен на предварительное обследование технического состояния.

Второй этап – это технологическая наладка.

Целью технологической наладки сооружений является полное устранение ранее выявленных дефектов и недоделок, интенсификация процессов осветления воды с обеспечением наиболее приемлемой ее очистки, достижение требуемых гидравлических и технологических параметров работы сооружений, заданных проектом и действующими нормативами на эксплуатацию сооружений.

Технологическая наладка производится на проектные режимы (как по расходам, так и по технологии) и на условия максимально форсированной нагрузки при отключении отдельных сооружений на ремонт или чистку.

Проведение наладочных работ обеспечивает надежную и безаварийную работу Очистной станции.

Для оценки работы очистной станции необходимо вести учет работы по определенным параметрам всего комплекса и отдельных сооружений. Работа *вторичных отстойников* оценивается эффектом осветления воды от ила или биопленки.

Нормальная работа характеризуется следующими показателями:

- влажность ила – 99,2-99,6 %;
- влажность биопленки – 94-96%;
- концентрация ила 4-8 г/л.

В постоянную эксплуатацию очистные сооружения принимаются специально назначенной приемочной комиссией после их ввода во временную эксплуатацию, проведения всесторонних комплексных испытаний и вывода очистных сооружений на нормальный эксплуатационный режим с достижением проектной производительности. Комиссией заполняется *Акт приемки* объекта в эксплуатацию, который должен быть подписан всеми членами комиссии. Дата подписания акта считается датой ввода в постоянную эксплуатацию. Порядок проведения приемки законченных строительством (реконструкцией) объектов осуществляется согласно ТКП 45-1.03-59-2008 (02250) [13].

Данный раздел проекта предусматривает разработку приемно-сдаточной документации [15]; заполнение примера *Заключения* органов госконтроля перед вводом реконструируемого сооружения в эксплуатацию и *Акта ввода* этого сооружения в эксплуатацию.

Пружанский городской исполнительный комитет, 28.07.2013г., № 85647

(наименование органа, дата, номер решения (приказа, постановления и др.)

Горонович Вячеслав Сергеевич, председатель Пружанского городского исполнительного комитета

(фамилия, имя, отчество и должность лица, подписавшего решение (приказ, постановление и др.)

АКТ

приемки объекта, законченного строительством, реконструкцией

от « 27 » июля 2013г. Брестская область, г.Пружаны

местонахождение объекта

Приемочная комиссия, назначенная Пружанский городской исполнительный комитет,

наименование органа управления, субъекта хозяйствования

Вакулевич Сергей Степанович, заместитель председателя Пружанского горисполкома

Ф.И.О., должность представителя юридического лица, назначившего приемочную комиссию

от « 17 » июля 2013г.

из представителей:

заказчика Сай Михаил Степанович, заместитель главного инженера КПУП «Водока-
нал» г.Пружаны

Ф.И.О., должность

эксплуатационной организации Филимонов Иван Викторович, начальник очистных
сооружений г. Пружаны

Ф.И.О., должность

генерального подрядчика (подрядчика) Петров Юрий Михайлович, директор
СУ-125
г.Барановичи

Ф.И.О., должность

генерального проектировщика (проектировщика) Водков Геннадий Петрович,
главный инженер «Брестсельстройпроект»

Ф.И.О., должность

Государственного пожарного надзора Морозов Сергей Сергеевич, пожарный
инспектор

Ф.И.О., должность

других организаций и органов надзора по согласованию.

Установила

1. Заказчиком (заказчиком с участием генерального подрядчика (подрядчика)), подрядчиком

Очистные сооружения города Пружаны, КПУП «Водоканал» г.Пружаны

наименование субъекта хозяйствования и его ведомственная подчиненность

предъявлен к приемке в эксплуатацию пусковой комплекс: вторичные горизонтальные отстойники, реконструкция, новое строительство

наименование объекта и вид строительства (новое, реконструкция, реставрация)

по адресу Брестская область, г. Пружаны, улица Дружбы

область, район, населенный пункт, микрорайон, квартал, улица, номер дома (корпуса)

2. Строительство осуществлено на основании решения (приказа, постановления и др.) от «17» мая 2013 г. № 4232

Пружанский городской исполнительный комитет

наименование органа, выдавшего разрешение

и в соответствии с разрешением на производство строительно-монтажных работ

от «27» мая 2013 г. № 4233

3. Строительство осуществлено генеральным подрядчиком (подрядчиком), собственными силами заказчика СУ-125 г.Барановичи

наименование субъекта хозяйствования и его ведомственная подчиненность

выполнившим бетонирование днища и стен секции отстойника горизонтального

виды работ

и субподрядными организациями Очистные сооружения города Пружаны КПУП «Водоканал»

наименование субъектов хозяйствования и их ведомственная подчиненность

выполнивший монтажные работы по замене шлокребов, земляные работы

виды работ, выполненные каждой организацией

(при числе организаций свыше трех перечень их указывается в приложении ... к акту)

4. Проектная документация на строительство разработана генеральным проектировщиком (проектировщиком) ГП «Брестсельстройпроект»

наименование субъекта хозяйствования и его ведомственная подчиненность

выполнившим проектно-сметная документация на все виды работ

наименование частей или разделов документации

и субподрядными организациями

наименование субъектов хозяйствования и их ведомственная подчиненность

выполненные части и разделы документации

(при числе организаций свыше трех перечень их указывается в приложении ... к акту)

5. Исходные данные для проектирования выданы ГП «Брестгипрозем», ГП «Брестсельстройпроект»

наименование научно-исследовательских и изыскательских

организаций, их ведомственная подчиненность, тематика исходных данных

(при числе организаций свыше трех перечень их указывается в приложении ... к акту)

6. Строительство осуществлялось по проектной документации

номер проектной документации
индивидуальный проект ГП «Брестсельстройпроект» по разрешению Пружанского городского исполнительного комитета по согласованию с Брестским горисполкомом
для индивидуального проекта по объектам жилищно-гражданского назначения

указывается наименование органа, разрешившего применение такого проекта

7. Проектная документация утверждена ГП «Брестсельстройпроект»

наименование органа управления субъекта хозяйствования
Волков Геннадий Петрович, главный инженер «Брестсельстройпроект»
Ф.И.О., должность представителя юридического лица, утвердившего

(переутвердившего) документацию на объект (очередь, пусковой комплекс)

от «18» апреля 2013 г. № 3848

8. Строительно-монтажные работы осуществлены в сроки:

начало работ июль 2013г., окончание работ июль 2013г.

месяц, год

месяц, год

9. Приемочной комиссии была представлена следующая документация:

Проектно-сметная документация, акты гидравлических испытаний, Заключение органа Государственного надзора о соответствии объекта утвержденной проектной документации

перечень документов в соответствии с 5.9 и 5.10 СНБ 1.03.01-2009

Указанные документы являются обязательным приложением к настоящему акту.

10. Предъявленный к приемке в эксплуатацию объект имеет следующие показатели мощности, производительности, производственной площади, протяженности, вместимости, объема, пропускной способности, провозной способности, числа рабочих мест и т.п. (заполняются по всем объектам (кроме жилых домов) в единицах измерения соответственно целевой продукции или основных видов услуг).

Мощность, производительность и др. Очистной станции	Единица измерения	По проектной документации		Фактически	
		Общая (с учетом ранее принятых)	В том числе пускового комплекса или очереди	Общая (с учетом ранее принятых)	В том числе пускового комплекса или очереди

Выпуск продукции (оказание услуг), предусмотренной проектом, в объеме, соответствующем заданию на проектирование ноябрь 2013г.

акт начала выпуска продукции с указанием объема

11. Технологические и архитектурно-строительные решения по объекту характеризуются следующими данными: реконструкция вторичные горизонтальные отстойники, 4 секции, размер секции 6×18 м, оборудованные плоскребрами строительство вторичные горизонтальные отстойники, 3 секции, размер секции 6×18 м

краткие технические решения по особенностям размещения,

по планировке, этажности, основным материалам и конструкциям

планомерному и технологическому оборудованию

12. На объекте установлено предусмотренное проектом оборудование в количестве согласно актам о его приемке после индивидуального испытания и комплексного опробования (перечень указанных актов приведен в приложении ... к акту).

13. Мероприятия по охране труда, обеспечению пожаро- и взрывобезопасности, охране окружающей природной среды, предусмотренные проектом Выполнены

сведения о выполнении

Характеристика мероприятий приведена в приложении ... к акту.

14. Заключение органов Государственного надзора о соответствии объекта утвержденной проектной документации. Заключения приведены в приложении ... к акту.

Результаты заключения
положит./ отрицат.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды	от «17» июля 2013 г. № 1199
Государственный санитарный надзор	от «19» июля 2013г. № 1234
Государственный строительный надзор	от «21» июля 2013 г. № 8888
Государственный Комитет по инспекции труда при Министерстве труда	от «23» июля 2013 г. № 0067
Проматомнадзор	от «24» июля 2013 г. № _____
Государственная автомобильная инспекция (при приемке улиц, дорог и дорожных сооружений)	от «__» _____ 200__ г. № _____
Штабы гражданской обороны (при приемке объектов со встроенными помещениями или отдельно стоящих сооружений гражданской обороны)	от «25» июля 2013 г. № 0913
Государственный энергетический надзор (при приемке объектов и работ, ему подконтрольных)	от «__» _____ 200__ г. № _____
Комитет по охране историко-культурного наследия (при приемке после реставрации историко-культурных ценностей)	от «__» _____ 200__ г. № _____
Предприятие Государственное дорожное хозяйство, на балансе которого состоит автомобильная дорога (при приемке в эксплуатацию объектов, находящихся в контролируемой зоне автомобильных дорог общего пользования)	от «__» _____ 200__ г. № _____

Учреждение финансирующего банка
(по объектам, финансируемым за счет
средств Республиканского и (или)
местного бюджетов и приравненных к
ним фондов

от «27» июля 2013 г.
№ 1235

Другие органы Государственного надзора,
образованные в соответствии с
Законодательством Республики Беларусь

от «__» _____ 200__ г.
№ _____

15. Внешние наружные коммуникации холодного и горячего водоснабжения, канализации, теплоснабжения, газоснабжения, энергоснабжения и связи, противопожарной и противодымной автоматики обеспечивают нормальную эксплуатацию объекта и приняты эксплуатационными организациями. Перечень справок эксплуатационных организаций приведен в приложении ... к акту.

16. Работы, выполнение которых в связи с приемкой объекта в неблагоприятный период времени переносятся, должны быть выполнены:

Вид работ	Единица измерения	Объем работы	Срок выполнения
-----------	-------------------	--------------	-----------------

17. Стоимость объекта по утвержденной проектно-сметной документации. Всего 20 млн.руб., в том числе: строительно-монтажных работ 10 млн.руб., оборудования, инструмента и инвентаря 10 млн.руб.

18. Стоимость основных фондов, принимаемых в эксплуатацию 15 млн.руб., в том числе: стоимость строительно-монтажных работ 5 млн.руб., стоимость оборудования, инструмента, инвентаря 10 млн.руб.

Решение приемочной комиссии

Предъявленный к приемке пусковой комплекс: вторичные отстойники
наименование объекта
принять в эксплуатацию

Председатель приемочной
комиссии

Вакулевич Сергей Степанович
подпись, Ф.И.О.

Члены приемочной
комиссии

Сай Михаил Степанович
подпись, Ф.И.О.

Филимонов Иван Викторович
подпись, Ф.И.О.

Петров Юрий Михайлович
подпись, Ф.И.О.

Волков Геннадий Петрович
подпись, Ф.И.О.

Морозов Сергей Сергеевич
подпись, Ф.И.О.

Орган государственного контроля (надзора)
Государственный санитарный надзор

(наименование)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 1234

Объект строительства пусковой комплекс: вторичные горизонтальные отстойники, реконструкция Очистные сооружения города Пружаны, КПУП «Водоканал» г.Пружаны

по адресу Брестская область, г. Пружаны, улица Дружбы
(полное название и адрес)

По результатам рассмотрения исполнительной технической документации и осмотра объекта (стройки) в натуре с выборочной проверкой узлов, деталей, систем по следующим входящим в компетенцию органа вопросам:

нарушения проекта, дефекта и недоделки, препятствующие нормальной эксплуатации объекта, не выявлены

а) выявлены нарушения проекта, дефекта и недоделки, препятствующие нормальной эксплуатации объекта (перечень прилагается) (См. примеч.).

Разрешение на приемку объектов в эксплуатацию будет выдано после их устранения и повторной проверки:

Должность лица,
выдавшего заключение

подпись, печать
органа

инициалы,
фамилия

Дата _____

б) возражения против приемки объекта в эксплуатацию
отсутствуют

(отсутствуют, инспектор)

Инспектор

Должность лица,
выдавшего заключение

подпись, печать
органа

В.В.Петрова

инициалы,
фамилия

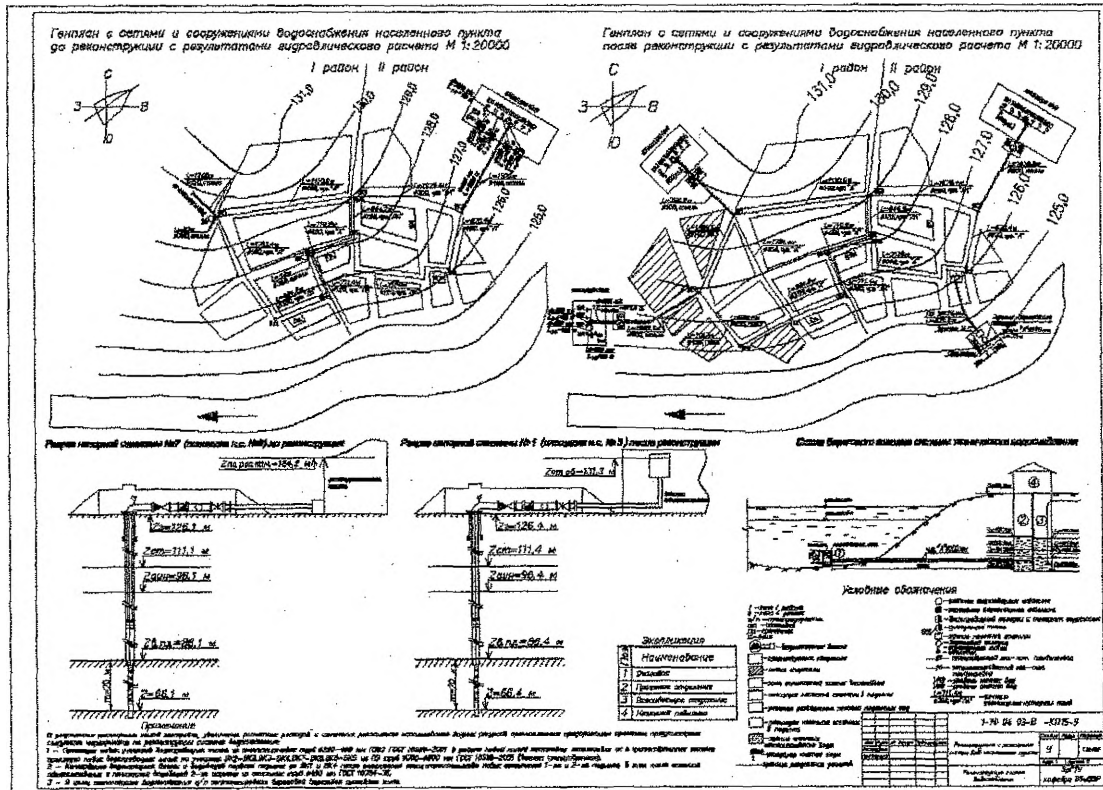
Дата «19» июля 2013 г.

Примечание: перечень дефектов и недоделок может быть приведен на обратной стороне заключения и заверяется подписью лица, выдавшего заключение и печать органа.

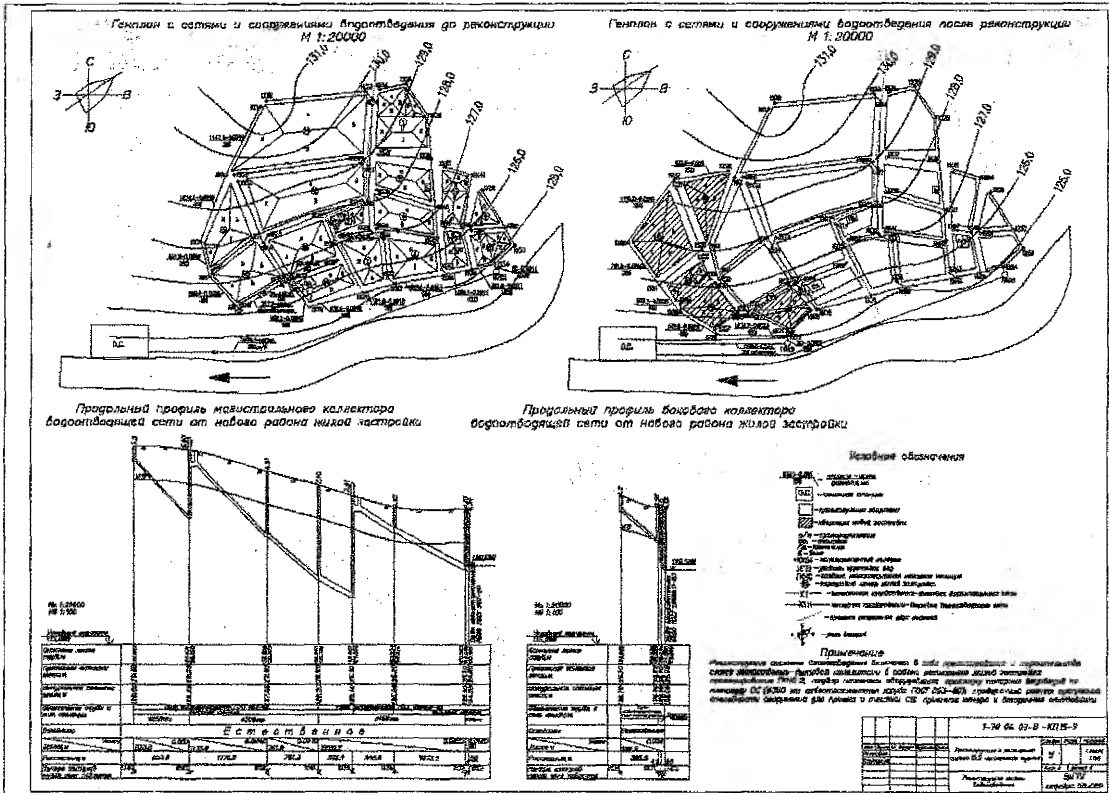
Литература

1. ТКП 45-4.01-32-2010 Наружные водопроводные сети и сооружения. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2010.
2. ТКП 45-4.01-30-2009 (02250) Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2009.
3. ТКП 45-2.02-138-2009 Противопожарное водоснабжение. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2009.
4. СанПин 10-124 РБ –Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
5. ТКП 45 – 4.01 – 31 – 2009 (02250) Сооружения водоподготовки. Строительные нормы и правила. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2009.
6. ТКП 45-4.01-201-2010 (02250) Сооружения водоподготовки. Обезжелезивание подземных вод. Правила проектирования. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2010.
7. ТКП 45–4.01.-56–2012 Системы наружной канализации. Сети и сооружения на них. Строительные нормы и правила. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2012.
8. ТКП 45-4.01-202-2010 Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2010.
9. ТКП 45-4.01-200-2010 Насосные станции систем водоснабжения. Правила проектирования. Минск 2011.
10. ТКП 45-4.01-262-2012 (02250) Очистные сооружения сточных вод. Правила проектирования. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2012.
11. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – 6-е изд. доп. и перераб. – М.: «Стройиздат», 1984г – 74с.
12. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. – М.: Стройиздат, 1986. – 160 с.
13. ТКП 45-1.03-59-2008 (02250) Приемка законченных строительством объектов. Порядок проведения. Министерство архитектуры и строительства РБ. – Минск, 2009.
14. Пойта Л.Л. и др. Водоотводящая сеть города. Пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Сети водоотведения города» для студентов специальности 1-700403 «Водоснабжение водоотведение и охрана водных ресурсов»: Брест, БрГТУ, 2006, 75с.
15. Пойта Л.Л. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения» для студентов специальности 700403. – Брест, БГТУ, 2003. – 43с.
16. Житенёв Б.Н., Андреев С.В. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водопроводные сети» для студентов специальности 700403 - «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», Брест – 2015 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ I Пример оформления листа №1 графической части проекта (ФА1)



ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Пример оформления листа №2 графической части проекта (ФА1)



Приложение 3 Глубина промерзания грунта, см (СНБ 2.04.02-2000)

Область, пункт	Средняя из максимальных за год	Наибольшая из максимальных	Тип грунта
ВИТЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ			
Безериле	67	130	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5-0,6 м моренным суглинком
Веринедвинск	59	105	Тяжелый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5 м глиной
Нолоцк	60	122	Пылеватая супесь, подстилаемая на глубине 0,5-0,6 м моренным суглинком
Шарковщина	89	134	Тяжелый суглинок, подстилаемый на глубине 0,3-0,4 м глиной
Витебск	73	142	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5-0,6 м моренным суглинком
Лынтупы	63	123	Супесь, подстилаемая песком
Докшицы	82	130	Супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Лепель	53	99	Супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Сенно	79	129	Моренный суглинок
Орша	71	140	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ			
Видейка	80	148	Легкая супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Борисов	71	147	Легкий суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком
Воложин	51	97	Моренный суглинок
Минск	63	137	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком
Березино	77	150	Легкая супесь, подстилаемая на глубине до 1 м песком
Столбцы	55	90	Супесь, подстилаемая на глубине 0,4-0,5 м моренным суглинком
Марьяна Горка	79	134	Легкая супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Слуцк	71	133	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком
ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ			
Ошяны	78	142	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5 м моренным суглинком
Лида	58	113	Супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Гродно	65	134	Суглинок, подстилаемый на глубине до 1 м моренным суглинком
Новогрудок	35	75	Легкий суглинок и пылеватая супесь, подстилаемые на глубине 0,3-0,4 м моренным суглинком
Волковыск	76	149	Супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком

Продолжение таблицы (приложение 3)

Область, пункт	Средняя из максимальных за год	Наибольшая из максимальных	Тип грунта
МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ			
Горки	76	145	Легкий суглинок
Могилев	65	130	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине до 1 м моренным суглинком
Кличев	82	150	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Славгород	75	140	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Косцюковичи	77	150	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Бобруйск	69	132	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком с прослойкой песка
БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ			
Варановичи	92	150	Супесь, подстилаемая на глубине 0,6-0,7 м песком или моренным суглинком
Ганцевичи	39	112	Песок и легкий суглинок, подстилаемый песком
Ивашевичи	47	127	Супесь, подстилаемая на глубине 0,5-0,6 м песком
Пружаны	77	150	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком или супесью
Высокое	59	115	Супесь, подстилаемая на глубине 0,5-0,6 м моренным суглинком
Полесский	63	100	Песок
Брест	55	142	Песок
Пинск	62	121	Пылеватая супесь, подстилаемая на глубине около 1 м суглинком
ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ			
Жлобин	75	120	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Чечерск	61	>150	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Октябрь	63	119	Песок, подстилаемый на глубине около 1 м моренным суглинком
Гомель	63	148	Песок
Василевичи	69	150	Пылеватая супесь и песок
Житковичи	48	102	Песок
Мозырь	68	135	Супесь, подстилаемая на глубине 0,3-0,4 м песком
Лельчицы	58	106	Песок
Брагин	62	115	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком

Приложение 4 Трубы, применяемые при проектировании сетей ВиВ

DN, мм	Трубы ПЭ 100 (PN10) SDR 17 (для напорных сетей)				Трубы ПЭ 100 (PN8) SDR 26 (для самотечных сетей и футляров)				Трубы стальные эл/сварные прямошовные						
	ГОСТ 18599-2001								ГОСТ 10704-91						
	Диар. х с., мм	Дви., мм	Масса Им.п., кг.	L, м	Диар. х с., мм	Дви., мм	Масса Им.п., кг.	L, м	DN, мм	Диар х с., мм	Масса Им.п., кг.				
--	SDR11 20x2,0	16,0	0,12	6,0, 12,0	SDR11 20x2,0	16,0	0,12	6,0, 12,0	50	57x3	4,00				
20	SDR11 25x2,3	20,4	0,17		SDR11 25x2,3	20,4	0,17		65	76x3	5,40				
25	32x2,0	28,0	0,19		SDR17 32x2,0	28,0	0,19		80	89x3,5	7,38				
32	40x2,4	35,2	0,30		SDR 17 40x2,4	35,2	0,30		100	108x4	10,26				
40	50x3,0	46,0	0,45		50x2,0	46,0	0,31		125	133x4	12,73				
50	63x3,8	55,4	0,72		63x2,5	58,0	0,49		150	159x5	18,99				
65	75x4,5	66,0	1,02		75x2,9	69,2	0,67		200	219x7	36,60				
80	90x5,4	79,2	1,47		90x3,5	83,0	0,98		250	273x8	52,28				
100	110x6,6	96,8	2,18		110x4,2	101,6	1,44		300	325x8	62,54				
100	125x7,4	110,2	2,78		125x4,8	115,4	1,85		350	377x9	81,68				
125	140x8,3	123,4	3,49		140x5,4	129,2	2,33		400	426x9	92,55				
150	160x9,5	141,0	4,56		160x6,2	147,6	3,06		500	530x8	102,99				
150	180x10,7	158,6	5,77	180x6,9	166,2	3,81	600	630x8	122,72						
200	200x11,9	176,2	7,11	200x7,7	184,6	4,73	700	720x8	140,47						
200	225x13,4	198,2	9,02	225x8,6	207,8	5,94	800	820x8	160,20						
250	250x14,8	220,4	11,10	250x9,6	230,8	7,36	900	920x10	224,42						
250	280x16,6	246,8	13,90	280x10,7	258,6	9,18	1000	1020x10	249,08						
300	315x18,7	277,6	17,60	315x12,1	272,8	11,70	1100	1120x10	273,74						
350	355x21,1	312,8	22,40	355x13,6	327,8	14,80	1200	1220x11	327,97						
400	400x23,7	352,6	28,30	400x15,3	369,4	18,70	1400	1420x11	382,23						
500	450x26,7	396,6	35,90	450x17,2	415,6	23,70	Условное обозначение: Труба стальная эл/св. прямошовная 530x8 ГОСТ 10704-91								
500	500x29,7	440,6	44,30	500x19,1	461,8	29,20									
600	560x33,2	493,6	55,50	560x21,4	517,2	36,60									
600	630x37,4	555,2	70,30	630x24,1	581,8	46,40									
700	710x42,1	625,8	89,30	710x27,2	655,6	59,10									
800	800x47,4	705,2	113,00	800x30,6	738,8	74,90									
900	900x53,3	793,4	143,00	900x34,4	831,2	94,70									
1000	1000x59,3	881,4	177,00	1000x38,2	923,6	117,00									
1200	1200x71,1	1057,8	255,00	1200x45,9	1108,2	168,00									
Условное обозначение:				Условное обозначение:											
Труба ПЭ 100 SDR 17 Ø400x23,7, ГОСТ 18599-2001				Труба ПЭ 100 SDR 26 Ø400x15,3, ГОСТ 18599-2001											

Продолжение таблицы (приложение 4)

Корсис ТУ ВУ 390353931.008-2011					Трубы железобетонные безнапорные СТБ 1163-2012				
L труб 12 м.					Марка	Днар., мм	тип Т		Длина, м
DN/OD мм	Двн., мм	Высота гофра, мм	Масса 1 м.п., кг. SN4/SN8	Вес муфты с рез. кольц.			Двн., мм	масса трубы, т	
160x1,2	138	11	1,5/2,1	0,37					
200x1,4	176	13	1,8/2,5	0,52					
250x1,7	216	15	2,9/3,7	0,94					
315x1,9	271	21,5	4,6/5,7	1,74					
400x2,3	343	26	7,0/8,7	3,14	Т 40.25-1(2,3)-Н	500	400	0,95	2500
500x2,8	427	33	12,0/13,2	5,96	Т 50.25-1(2,3)-Н	620	500	1,40	2500
*630x3,3	535	45	17,7/20,3	10,48	Т 60.25-1(2,3)-Н	720	600	1,70	2500
*800x4,1	678	61	24,5/33,1	15,52	Т 80.30-1(2,3)-Н	960	800	3,00	3000
*1000x5,0	851	75	40,5/51,7	27,66	Т 100.30-1(2,3)-Н	1200	1000	4,60	3000
*1200x5,0	1030	85	56,0/66,9	40,32	Т 120.30-1(2,3)-Н	1420	1200	6,10	3000
* - ТУ 2248-001-73011750-2005 <i>труба с приваренным раструбом:</i>					Т 140.30-1(2,3)-Н	1620	1400	7,00	3000
					Т 160.30-1(2,3)-Н	1840	1600	8,70	3000
					Т 200.35-1(2,3)-Н	2260	2000	10,6	3500
					Т 240.35-1(2,3)-Н	2700	2400	10,3	3500
					Днар., мм	L, м			
					500	12			
630	6/12								
800	6/12								
1000	6/12								
1200	6/12								
Назначение: Безнапорная и ливневая канализация					1 - hзас=2м. 2 - hзас=4м. 3 - hзас=6м.	!!! НАД ВЕРХОМ ТРУБЫ			
Условное обозначение: Труба КОРСИС DN/OD 315 SN4 ТУ 2248-001-73011750-2005					Т - ж/б трубы цилиндрические раструбные со стыковыми соединениями, уплотн. герметиками и др. материалами Н - нормальной прочности				
<i>если с раструбом:</i> Труба КОРСИС DN/OD 1000 P SN8 ТУ 2248-001-73011750-2005					Условное обозначение: Т 40.25-1-Н СТБ 1163-2012				

Продолжение таблицы (приложение 4)

Хризотилцементные трубы																	
ГОСТ 31416-2009						ГОСТ 31416-2009											
Трубы безнапорные БНТ						Трубы напорные ВТ-9											
Ду, мм	Днар., мм	Двн., мм	Длина, м	Масса 1м.п., кг.	Масса муфты, L-150мм; кг	Ду, мм	Днар., мм	Двн., мм	Длина, м	Масса 1м.п., кг.							
100		100	3950	6	1,4	100	122	100	3950	9,2							
150	161	141	3950	9	2,3	150	168	141	3950	15,2							
						200	224	196	5000	24,5							
						300	324	286	5000	47,7							
						400	427	377	5000	81,8							
<p><u>Условные обозначения:</u></p> <table border="1"> <tr> <td>БНТ 100 ГОСТ 31416-2009</td> </tr> <tr> <td>БНТ 150 ГОСТ 31416-2009</td> </tr> </table>						БНТ 100 ГОСТ 31416-2009	БНТ 150 ГОСТ 31416-2009	<p><u>Условные обозначения:</u></p> <table border="1"> <tr> <td>ВТ9 100х 3950 тип 1 ГОСТ 31416-2009</td> </tr> <tr> <td>ВТ9 150х 3950 тип 1 ГОСТ 31416-2009</td> </tr> <tr> <td>ВТ9 200х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009</td> </tr> <tr> <td>ВТ9 300х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009</td> </tr> <tr> <td>ВТ9 400х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009</td> </tr> </table>					ВТ9 100х 3950 тип 1 ГОСТ 31416-2009	ВТ9 150х 3950 тип 1 ГОСТ 31416-2009	ВТ9 200х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009	ВТ9 300х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009	ВТ9 400х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009
						БНТ 100 ГОСТ 31416-2009											
						БНТ 150 ГОСТ 31416-2009											
						ВТ9 100х 3950 тип 1 ГОСТ 31416-2009											
						ВТ9 150х 3950 тип 1 ГОСТ 31416-2009											
						ВТ9 200х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009											
ВТ9 300х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009																	
ВТ9 400х 5000 тип 2 ГОСТ 31416-2009																	

$D_{\text{вн}}$, мм	$D_{\text{нар}}$, мм	$D_{\text{ст}}$, мм	Длина, м	Масса, 1 п.м., кг
-------------------------	-----------------------	-------------------------	-------------	-------------------------

ТРУБЫ ЧТУУШНЫЕ НАПОРНЫЕ КЛАСС ЛА, $P_r=2,5 \text{ МПа}$					
ТУ 14-3-1247-83					
	118x7,5	100	3...5,3	18,9	Обозначение
	170x8,3	150		30,5	Труба ЧНР 250 ЛА ТУ14-3-1247-83
	222x9,2	200		44,6	
	274x10,0	250		60,1	
	326x10,8	300		77,6	
ТУ14-161-161-95					
	429x12,5	400	3...5,3	118,5	
ТУ 14-161-183-2000 (ЧШГ)					
	532x14,2	500	3...5,3	167,5	
	635x15,8	600		222,9	
	738x17,5	700		287,2	
	842x19,2	800		359,8	
	945x20,6	900		437,8	

Трубы железобетонные напорные СТБ 1986-2009

Диаметр, мм	600	1000	1200	1400	1600
Толщина стенки, мм	65	75	85	95	105
Полезная длина, мм	5000	5000	5000	5000	5000
Расчетное внутреннее давление в трубопроводе, МПа (кгс/см кв.) Трубы II класса - до 1,0 (10) Трубы III класса - до 0,5 (5)					

Приложение 5 Скорости фильтрования при нормальном и форсированном режимах для расчета скорых фильтров

Фильтры	Характеристика фильтрующего слоя				Скорость фильтрования, м/ч		Скорость подачи при промывке, м/ч		Продолжительность промывки, мин	Относительное расширение фильтрующей загрузки, %
	Материал загрузки	Диаметр зерен, мм	Высота слоя, м	Коэффициент неоднородности	при нормальном режиме	при форсированном режиме	воды	воздуха		
Однослойные	Кварцевый песок	0,5-1,2	0,8	1,8-2	4-5	5-6	43-50	—	6	45
		0,7-1,6	1,5	1,6-1,8	5-6	6-7	50-58	—	6	30
	Дробленый керамзит	0,5-1,2	0,8	1,8-2	5-6	6-7	43-50	—	6	45
		0,7-1,6	1,5	1,6-1,8	6-7	7,2-8,5	50-58	—	6	30
Двухслойные	Дробленый керамзит или антрацит	0,8-1,8	0,8	1,6-1,8	7-9	8,5-11	50-58	—	7	50
	Песок	0,5-1,2	0,5	1,8-2						
Трехслойные	Активированный уголь	3-5	0,3	1,5	10-12	12-15	Первая фаза 70-75	—	3	—
	Антрацит	1,25-3,15	1,25	1,5			—	Вторая фаза 50-60	5	45
	Песок	0,8-1,2	0,5	1,5			Третья фаза 70-75	—	5	—

Примечания

1 Расчетные скорости фильтрования должны приниматься по результатам технологических исследований, выполненных непосредственно у источника водоснабжения.

Для напорных фильтров скорость фильтрования допускается принимать в пределах 10-15 м/ч при нормальном режиме и 12-18 м/ч — при форсированном.

2 Допускаются отклонения крупности материала загрузки фильтров в пределах до 10 %.

3 При применении фильтрующих материалов, не предусмотренных в настоящей таблице, рекомендуемые параметры необходимо уточнять на основании экспериментальных данных или имеющегося опыта применения.

4 Эквивалентный диаметр зерен d_3 , мм, следует определять по формуле

$$d_3 = 100 / \sum (P_i / d_i)$$

где P_i — процентное содержание фракций со средним диаметром зерен d_i , мм.

Учебное издание

Составители:

Галина Александровна Волкова

Борис Николаевич Житенёв

Светлана Васильевна Андреев

Людмила Лаврентьевна Пойта

Наталья Юрьевна Сторожук

Методические указания

к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения»
для студентов специальности 1-70 04 03 - «Водоснабжение,
водоотведение и охрана водных ресурсов»
специализации:
1-70 04 03 01 «Системы водоснабжения и водоотведения»

Текст печатается в авторской редакции

Ответственный за выпуск: Волкова Г.А.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

Подписано в печать 02.04.2015 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 4,19. Уч. изд. л. 4,5. Заказ № 938. Тираж 50 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.