

**ГЛАВА 5 СООРУЖЕНИЯ СИСТЕМЫ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

ГЛАВА 5 СООРУЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

5.1 Водозаборное сооружение

5.1.1 Рассмотрение условий проектирования

(1) Рассмотрение предложений, выработанных на стадии ТЭО

Ниже рассматриваются предложения, выработанные на стадии ТЭО.

1) «Необходимость в строительстве новой насосной станции 1-го подъема была подтверждена» (пункты 4.4.1 (1), 4-7 в ТЭО)

Конструкция существующего водозаборного сооружения находится в изношенном состоянии. Несмотря на то, что насосы и электродвигатели были заменены после ТЭО, они не могут справиться с изменяющейся потребностью потребителей. В плане ручного управления потоком воды имеются физические трудности из-за слишком большой мощности каждого насоса. Регулирование потока при помощи выпускной задвижки приводит к потере энергии и сопутствующей ей потере стоимости выработки энергии. Комбинированное использование нового водовода с диаметром 1400мм, нитка № III, и старого водовода, нитка № II, обеспечивает достаточную пропускную способность для сокращения напора насосов. Эффективное использование трубопроводов № II и № III наряду с введением в эксплуатацию нового насоса с уменьшенным напором воды позволит в значительной мере снизить затраты на выработку электроэнергии. Ввод в эксплуатацию новых насосов и электродвигателей с автоматическим управлением расходом воды на существующей насосной станции 1-го подъема представляется затруднительным и не рекомендуется из-за изношенности прочих сооружений и оборудования. Использование новой насосной станции 1-го подъема обосновывается не только изношенностью конструкций и оборудования, но и ожидаемой экономией затрат на управление.

2) “Предлагаемая новая насосная станция 1-го подъема будет расположена вверх по течению существующей насосной станции, включая санитарно-защитную зону” (пункты 4.4.1 (1), 4-7 в ТЭО)

В главе 10 СНиП РК 4.01.02-2001 в целях защиты водных ресурсов от загрязнения требуется предусмотреть санитарно-защитную зону. В данной главе также указывается то, что проведение любых строительных работ в первом поясе санитарно-защитной зоны не допускается, т.е. в случае использования поверхностного источника водоснабжения – вокруг насосной станции 1-го подъема в радиусе 100м. Расположение

проектируемой насосной станции, предложенное в ТЭО, соответствует данному предписанию. В рамках детального проектирования фактическое месторасположение данной насосной станции пересмотрено на основании результатов топографической съемки и почвенных изысканий.

3) Производительность водозаборной насосной станции

Согласно предложениям ТЭО производительность новых водозаборных насосов должна составить 200 000 м³/сут., что соответствует производительности существующих насосов, но в настоящее время производительность намного увеличилась в результате замены нескольких насосов. Однако номинальная производительность существующей станции водоочистки (распределительная пропускная способность) составляет 200 000 м³/сут. В этой связи было принято решение не менять производительность даже после завершения строительства новой НФС. Для распределения определенного количества воды НФС потребуется увеличить мощность фильтрации по отношению к объему забора воды с учетом производственных потерь. Обычно это составляет 5 % от производительности оборудования по очистке и распределительной пропускной способности.

Таким образом, производительность водозаборных насосов должна составить:

$$200\,000\text{ м}^3/\text{сут.} \times 1,05 = 210\,000\text{ м}^3/\text{сут.}$$

4) Расположение оборудования

В ТЭО было предложено расположить электрооборудование на первом этаже водозаборной насосной станции.

Учитывая результаты исследования состояния существующей насосной станции и мнение обслуживающего персонала можно сделать вывод, что предложения в ТЭО соответствуют требованиям. Такое расположение способствует не только упрощению управления, но и защите оборудования от затопления. Насосы будут расположены в насосном зале ниже уровня резервуара для упрощения процедуры запуска и обеспечения надежности без заполнения насосных агрегатов перед запуском.

5) Вид водозаборного сооружения

В ТЭО предлагается использовать сооружения, позволяющие производить выборочный забор воды из участков с наиболее чистой водой в зависимости от глубины. В настоящее время качество воды в Вячеславском водохранилище не удовлетворяет требования. Кроме того, перепады уровня воды весьма значительны. Качество воды в

водохранилище изменяется на различной глубине, а приемлемая глубина забора воды изменяется в зависимости от сезона и гидрологических условий. В этой связи рекомендуется производить забор из разных точек, что приемлемо для предлагаемой насосной станции 1-го подъема.

б) Конструкция

Подземную часть насосной станции предлагается соорудить при помощи кесонного метода, так как с точки зрения ТЭО осуществление работ данным методом является наиболее надежным.

Метод кесонных работ наиболее распространен для таких видов строительных работ. Было также подтверждено, что данный метод широко распространен и в Казахстане при строительстве канализационных насосных станций подкачки. Таким образом, было принято окончательное решение применить данный метод при строительстве. В целом, детальный проект был выполнен с учетом результатов исследования грунта на соответствующих территориях.

(2) Рассмотрение СНиПа

В СНиПе РК 4.01.02-2001 изложены следующие требования в отношении функционирования сооружений системы водоснабжения:

- Пункт 5.88: В водозаборных сооружениях надлежит предусматривать секционирование водоприемной части. Водозаборные сооружения также должны быть снабжены оборудованием для предотвращения попадания шуги и мусора.
- Пункт 5.96: Водоприемное отверстие должно быть расположено на уровне не менее 0,5 м выше дна резервуара, а также 0,2 м ниже нижней части ледяного покрова.
- Пункт 5.97: Для удаления льда или шуги следует предусматривать соответствующее оборудование.
- Пункт 5.106: В случае установки робозащитных устройств скорость на входе при низком уровне воды не должна превышать более 1м/сек. В противном случае, она должна быть менее 0.1 м/сек.
- Пункт 7.3: На насосных станциях следует предусмотреть 2 резервные единицы насосных агрегатов.

- Пункт 7.6: Количество напорных линий должно быть не менее двух.

(3) Рассмотрение прочих аспектов

1) Требование ГКП «Астана Су Арнасы»

Со стороны ГКП «Астана Су Арнасы», предприятия, занимающегося эксплуатацией и техническим обслуживанием водохозяйственной системы г. Астаны, поступили следующие требования:

- предусмотреть такую конструкцию водозаборных сооружений, которая бы позволяла в будущем с легкостью повысить производительность водозабора;
- свести к минимуму воздействие мутной воды, образовавшейся во время проведения строительных работ, на существующий водозабор.

2) Требование Ишимского Бассейнового Водохозяйственного Управления

Со стороны Ишимского Бассейнового Водохозяйственного Управления, в управлении которого находится Вячеславское водохранилище, поступило следующее требование:

- предусмотреть на насосной станции рыбозащитное оборудование.

3) Методология эксплуатации существующей и новой насосных станций

Водовод №III (диаметром 1400 мм) и водовод №II (диаметром 1000 мм) будут использоваться одновременно в период эксплуатации новых насосных агрегатов. Будет предусмотрено управление существующими водозаборными сооружениями.

5.1.2 Стратегия проектирования

В результате длительных обсуждений и рассмотрений были выработаны основные стратегии проектирования нового водозаборного сооружения.

(1) Производительность

Производительность водозабора должна составить 210 000 м³/сут. с учетом 5 % производственных потерь на НФС, номинальная производительность (распределительная пропускная способность) которой составляет 200 000 м³/сутки.

(2) План размещения

На Рисунке 5.1.1 показано расположение существующих сооружений и топография прилегающей территории. Как показано на рисунке, существует три варианта

расположения новой насосной станции первого подъема с восточной стороны от существующей станции. Расположение новой станции повлияет на стоимость выработки водоприемного канала, а также стоимость строительства подъездной дороги. Согласно нормам СНиП, нельзя проводить строительные работы на расстоянии в радиусе менее 100м от существующей станции первого подъема, за исключением случая, когда новая насосная станция рассматривается как расширение существующего сооружения.

Таким образом, проектом предусмотрено расположение новой водозаборной станции за пределами санитарной защитной зоны.

(3) Устройство сооружения

Новая насосная станция 1-го подъема будет представлять собой здание со служебным помещением и помещением для электрооборудования. Подводная часть сооружения будет представлять собой железобетонную конструкцию с насосным помещением и многоуровневыми водозаборными отверстиями.

Электрооборудование будет установлено на этаже выше максимального уровня воды в водохранилища. В связи со строительством новой насосной станции на водохранилище потребуется сооружение подъездной дороги.

(4) Расчетный уровень воды

В ходе разработки рабочего проекта Исследовательская группа ЯАМС получила информацию по правилам эксплуатации Вячеславского водохранилища от Ишимского бассейнового водохозяйственного управления, подотчетного Комитету по водным ресурсам при Министерстве сельского хозяйства РК:

Максимальный форсированный уровень: 404,40 м

Нормальный подпертый уровень воды: 403,00 м

Уровень мертвого объема: 391,00 м

Указанные уровни воды использованы в ходе дательного проектирования с учетом следующих уровней пола:

Нижний уровень конструкции: 387,00 м (равен нижнему уровню существующей насосной станции I подъема)

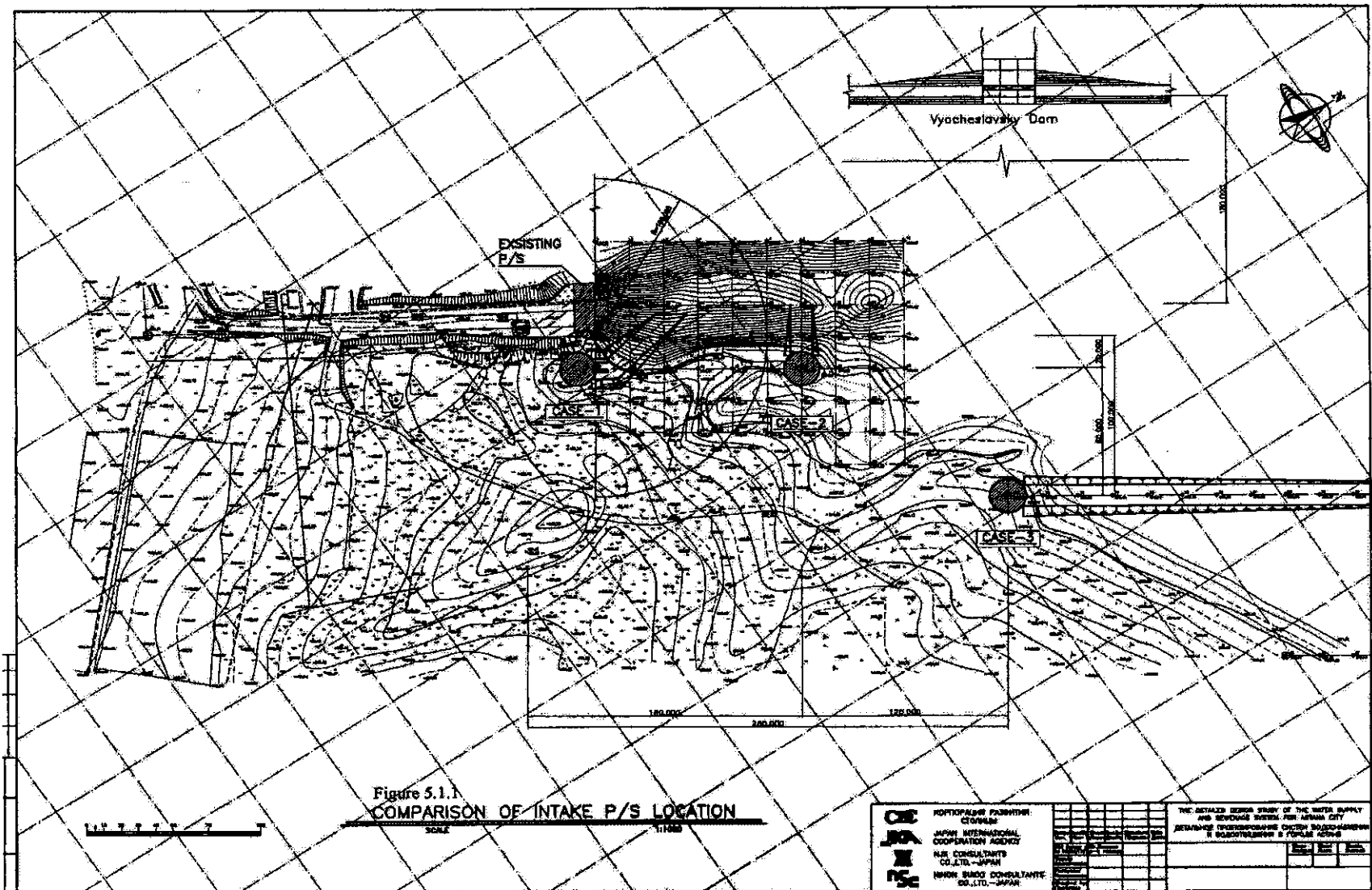


Рисунок 5.1.1 Расположение водозаборного сооружения

(5) Прочее

Во время выполнения строительных работ предусматривается применение метода экскавации (разработки грунта) для минимизации загрязнения воды. Помимо этого, должны быть применены дополнительные методы, направленные на предупреждение помутнения воды, например, такие как ограждение соответствующей территории грязезащитными устройствами или ввод коагулянта.

Новое водозаборное сооружение будет подключено к новейшему существующему водоводу диаметром 1400 мм, а также к старому водоводу подачи сырой воды диаметром 1000 мм посредством соединительных труб.

Водонапорную башню необходимо сосредоточить на слое O_{1a} с несущей способностью грунта 100 тонн/м^2 , что было подтверждено на стадии ТЭО. Уровень основания определен на основе результатов исследования грунта, проведенного в рамках данного проекта, а также расчетов устойчивости для основной конструкции.

5.1.3 Детали проектирования

(1) Общее положение

Разница между высоким и низким уровнями воды, составляющая максимум 13,4м, является достаточной большой, в то время как наклон грунта под уровнем воды относительно небольшой. В связи с этим, дорогостоящим считается вариант, предусматривающий расположение водозаборного сооружения на берегу ввиду высоких затрат на экскавационные работы, связанные с водозаборным каналом. Таким образом, было принято решение о расположении нового водозаборного сооружения на водохранилище.

Будет построена дорога с асфальтовым покрытием длиной примерно 280м между зоной прохождения существующей подъездной дороги к существующей станции первого подъема и запроектированным месторасположением новой станции.

Новая насосная станция будет включать комнату, оснащенную электрооборудованием, комнату для осуществления контроля, бытовую комнату, а также пространство, необходимое для установки оборудования.

Согласно проекту электрическая подстанция (размером приблизительно 15м x 9м) будет расположена рядом с существующей электрической подстанцией. Электрические кабели будут проложены вдоль новой подъездной дороги. Детальное описание

предлагаемого электрического оборудования представлено в соответствующем разделе.

Помимо этого, в рамках проекта запроектированы такие сооружения как КПП и сооружение контроля большой волны на новой водозаборной станции.

(2) Конструкция

1) Метод строительства

Сравнение метода строительства в отношении основной конструкции приведено в Таблице 5.1.1. Согласно таблице, предлагается строительство основной части водозаборной станции с применением открытого кессонного метода, что обосновывается следующими причинами:

- большинство строительных работ будет проводиться в окружении водного пространства;
- открытый метод кессонных работ широко применим в г. Астане.

План должен быть формы круга по причине использования метода Кессона.

Конструкция Н/С была определена с учетом принятого типа насосных агрегатов (в частности агрегатов безмасляного типа). Ниже перечислены основные аспекты:

- Основной корпус находится в сухих условиях для обеспечения установки насосных агрегатов безмасляного типа. Была изучена альтернатива установки погружных насосов, однако, она была отвергнута ввиду их неприемлемости для обеспечения большой производительности, необходимой по проекту. Для обеспечения беспрепятственного водозабора предусмотрены внутренние трубопроводы от внутренних водозаборных отверстий до насосов.
- Размеры конструкции, включая диаметр основного корпуса и уровни пола, запроектированы с учетом размещения насосов и трубопроводов в подвальной части, а также двигателей на первом этаже и для обеспечения достаточного открытого пространства для установки больших насосов, задвижек и труб.
- Для установки насосов и прочих материалов необходимо предусмотреть одно открытое проходное отверстие. Насосы планируется передвигать с помощью подъемного устройства, закрепленного на балке.

2) Организация комнат и устройство оборудования

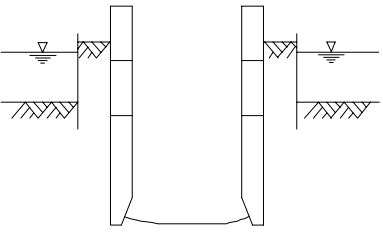
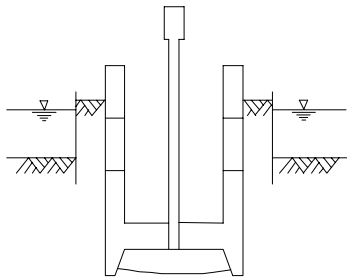
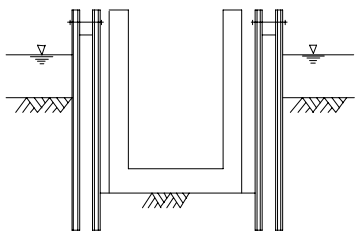
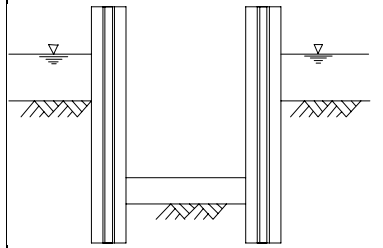
Как запланировано помещения электрооборудования, диспетчерская, служебное помещение и пространство для установки оборудования будут расположены выше уровня воды в период паводка. Принимая во внимание необходимое пространство для электрических кабелей, уровень пола этих помещений принят равным +409.00м, что на 4.6м выше нормального уровня воды. Сырая вода будет насосами качаться через единую магистральную трубу, проходящую в центральной колонне, и два сливных трубопровода. На непредвиденный случай для перекачки воды по одному трубопроводу будет предусмотрен дроссельный клапан. Предусмотрена установка передвижного погрузочно-разгрузочного крана над пространством погрузки и выгрузки оборудования, а также в машинном зале для облегчения загрузки и установки оборудования.

3) Машинный зал

Для новой водозаборной башни предусмотрен план конструкции круглой формы.

Рассчитанный внутренний диаметр водонапорной башни составляет 20 м с учетом установки шести насосных агрегатов, включая два резервных, а также пространство для установки двух насосов в случае необходимости увеличения производительности насосной станции в будущем. Расстояние между корпусами насосных агрегатов будет приблизительно составлять 3м, в то время как расстояние между корпусом насосного агрегата и поверхностью стены будет приблизительно 3 м от стены колонны и 4 м от периферийной стены.

Таблица 5.1.1 Сравнение методов строительства основной конструкции водозаборного сооружения

Метод	Кессон		Двойная шпунтовая свая коффердама	Литая на месте диафрагменная стена
	Открытый кессон	Пневматический кессон		
Концептуальный чертеж				
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> • в г. Астане много Н/С построены таким методом; • более низкие затраты; • этот метод приемлем с учетом геологических условий территории; • приемлем также для запланированной глубины. 	<ul style="list-style-type: none"> • может быть построена глубокая конструкция; • абсолютное предотвращение проникновения воды. 	<ul style="list-style-type: none"> • популярный метод; • относительно высокая стоимость; • прямоугольная форма может быть применена. 	<ul style="list-style-type: none"> • безопасные строительные работы; • диафрагменная стена может использоваться как стена основного корпуса; • прямоугольная форма может быть применена.
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> • форма круглая или овальная; • на резервуаре требуется предусмотреть искусственную насыпь. 	<ul style="list-style-type: none"> • высокая стоимость; • требуется внедрение передовой технологии по управлению строительством; • продолжительный период строительства; • в применении этого метода нет необходимости, если может быть применен открытый кессонный метод. 	<ul style="list-style-type: none"> • Трудным представляется забить шпунтовых свай в твердую скальную породу или твердый грунтовый слой. 	<ul style="list-style-type: none"> • высокая стоимость; • в скальной породе трудным представляется строительство диафрагменной стены; • продолжительный период строительства.
Стоимость	• 100	• 120	• 100 (Этот метод сложен сточки зрения строительства)	• 150
Решение	Принять			

(3) Спецификация насосов

На производительность насосных агрегатов сильно влияет метод эксплуатации сооружений. В таблице 5.1.2 представлены данные по уровням воды в водохранилище, НФС и различиям, наблюдаемым между этими сооружениями. В настоящее время эксплуатируется водовод подачи сырой воды диаметром 1400 мм.

Другой трубопровод диаметром 1000 мм может быть использована после проведения реабилитационных работ, предусмотренных АСА. При проектировании новой водозаборной станции следует предусматривать ее эффективность с точки зрения эксплуатации и экономии. Используя одновременно два водовода, требуемый напор насосных агрегатов может быть в значительной степени сокращен.

Таблица 5.1.2 Уровни воды в водохранилище и НФС

Уровень воды		Разница
Вячеславское водохранилище	НФС	
Высокий уровень воды: +403,0м	+363,4м	- 37,6м
Низкий уровень воды: +391,0м	+363,4м	- 27,6м

Существующая производительность насосных агрегатов представлена ниже:

6300 м³/час x 95,0 мН x 1250 кВт x 3 ед. (2 резервных ед.)

Основываясь на гидравлических расчетах потери напора воды при использовании водоводов №III и/или №II, и новых/существующих насосов представлены в Таблицы 5.1.3. Общий напор новых насосов составляет 35 м, а существующих 90 м.

Таблица 5.1.3 Общий требуемый напор по каждой из альтернатив

Водоводы		Новые водозаборные насосы	Существующие водозаборные насосы	Общий требуемый напор
№2 (1000 мм)	№3 (1400 мм)			
О	О	О		35 м
	О		О	90 м
О			О	450 м*

* Только 100 000 м³/сут воды может поступать при напоре 90 м.

Основываясь на выполненных гидравлических расчетах, было принято решение об эксплуатации новых водозаборных насосных агрегатов при использовании двух водоводов подачи сырой воды №II и №III. Существующие насосные агрегаты будут

эксплуатироваться в непредвиденных, аварийных ситуациях. Новые насосные агрегаты будут оснащены двигателями низкого напряжения. Будет также внедрена система контроля автоматических задвижек. Результаты этих нововведений представлены ниже:

- экономия эксплуатационных затрат за счет значительного сокращения энергопотребления;
- экономия первоначальных затрат;
- продление срока эксплуатации и сокращение утечек воды из водоводов за счет их эксплуатации при низком напоре;
- точная и легкая эксплуатация за счет использования системы контроля автоматических задвижек.

Шесть водозаборных насосных агрегатов, включая две резервные единицы, будут установлены согласно требованиям, предусмотренным в СНиПе. Эти аспекты рассматриваются в более детальной форме в разделе 5.7 «Механические сооружения»:

Спецификация насосных агрегатов: 36,5 м³/мин x 35 м напора x 280 кВт x 6 ед. (2 резервные ед.).

Согласно требованиям СНиП, две нитки водовода подачи сырой воды диаметром 1400 мм (изготовленные из стали) будут проложены для соединения предлагаемого водозаборного сооружения и существующих водоводов подачи сырой воды.

(4) Водозаборное отверстие водозаборной насосной станции

Водозаборные отверстия запроектированы на различных высотных отметках для забора воды с разной глубины в зависимости от качества воды. Установка решетки для защиты от рыб предусмотрена согласно СНиП, в результате этого скорость входящего потока составит 1м/сек., поэтому минимальная площадь водозаборного затвора равна 3м². На каждом водозаборном отверстии запроектирован дроссельный клапан с металлическим седлом.

(5) Метод строительства

После детального рассмотрения строительных методов с учетом грунтовых условий, определенных во время исследования, запланировано использовать кессонный метод с образованием насыпи для строительства насосной станции первого подъема.

Ниже представлен порядок проведения строительных мероприятий:

- 1) установка защитной занавеси против загрязнения в воде вокруг зоны строительства;
- 2) строительство подъездной дороги и места парковки;
- 3) устройство временной дамбы (плотины), окружающей место водозаборного сооружения, с использованием стальных каркасов и футеровочных плит;
- 4) забивка стальных шпунтовых свай по кругу диаметром 35 м, обеспечение поддержки этих свай Н каркасными сваями, забитыми по кругу;
- 5) заполнение круга грунтом для строительства кессона;
- 6) строительство донной части кессона на грунте;
- 7) производство работ по выработке грунта для последующего опускания кессона в землю. Когда дно кессона достигнет запроектированного уровня, дно будет выровнено, установлены и соединены стальные решетки. В заключение, будет отлита бетонная основа;
- 8) выработка насыпного грунта между поверхностью кессона и стальными сваями;
- 9) извлечение стальных свай и Н каркаса;
- 10) расширение временной дамбы и выработка грунта под строительство водозаборного канала;
- 11) строительство водозаборной башни во время выработки грунта;
- 12) удаление временной дамбы и строительство моста от подъездной дороги до водозаборного сооружения;
- 13) установка механического и электрического оборудования.

Отверстия для водозабора будут закрыты временными стальными плитами, а также будут установлены задвижки для предотвращения проникновения воды внутрь во время строительства. Для уменьшения загрязнения и снижения мутности сырой воды, забор которой производится существующей насосной станцией первого подъема, будут предусмотрены пластмассовые или тканевые занавеси и производиться ввод коагулянта вокруг строительной площадки в течение всего периода выполнения строительных работ.

(6) Соединительные трубопроводы

В соответствии с нормами СНиП, между новой водозаборной насосной станцией и существующими водоводами сырой воды будут проложены два соединительных трубопровода. Диаметры данных соединительных трубопроводов равны 1400мм. Оба трубопровода будут использоваться одновременно с целью предотвращения застоя и замерзания воды внутри трубопроводов. Минимальная отметка дна трубы будет на уровне 2.8 м (см. подраздел 5.2.3). Для контроля расхода будет применен водомер и регулирующая задвижка.

На Рисунке 5.1.2 показан концептуальный план соединения труб. Несмотря на то, что две соединительные трубы соединены с водоводами транспортировки сырой воды в соответствии с требованиями СНиП, часть трубопровода, параллельную другому трубопроводу с водомером и контрольной задвижкой следует, как правило, перекрывать для обеспечения эффективности и точности контроля за расходом.

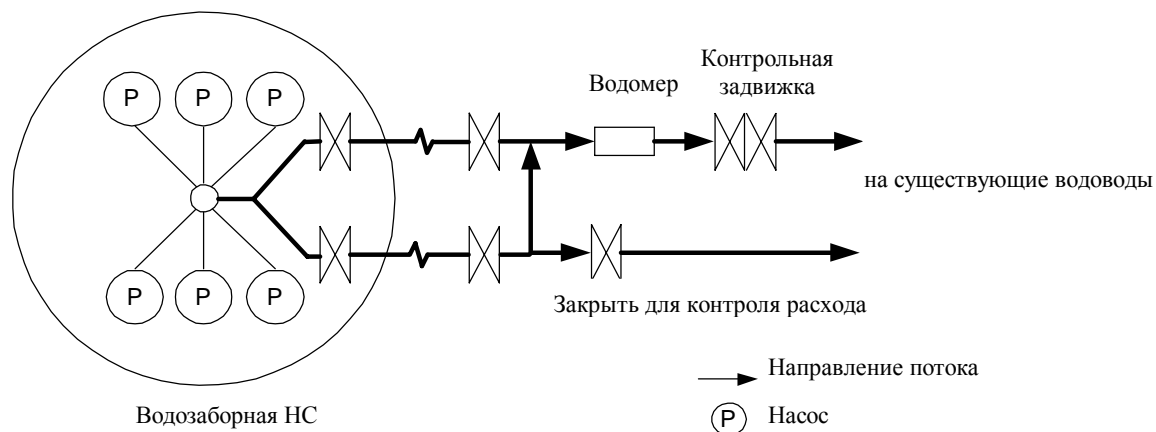


Рисунок 5.1.2 Соединение Н.С. первого подъема и соединительного трубопровода

(7) Соединение с водоводами сырой воды

Как указано выше, для соединения Н.С. первого подъема и существующих водоводов №II и III будут проложены два новых соединительных трубопровода (диаметр 1400мм х 2). Вода, протекающая через соединительные трубопроводы, будет плавно направляться в оба существующих водовода сырой воды. К тому же предполагается использование существующей Н.С. первого подъема в случае аварии на новой насосной станции.

С учетом соответствующих требований ниже представлен принятый план трубопроводного устройства, соединяющего НС с водоводами транспортировки сырой воды.

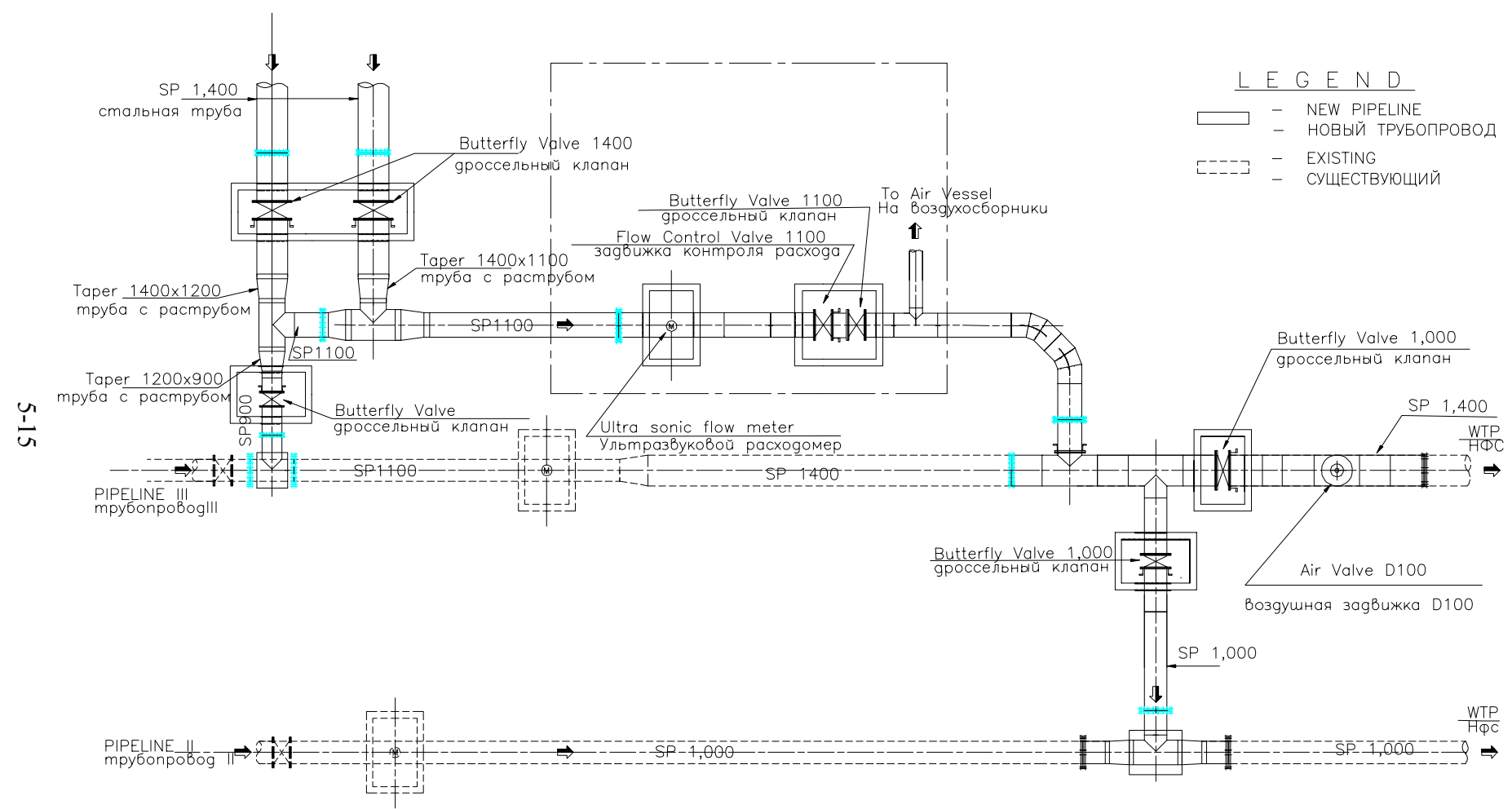


Рисунок 5.1.3 Соединение с трубопроводом подачи сырой воды

5.2 Сооружения по транспортировке сырой воды

5.2.1 Выбор участков, подлежащих реабилитации

Как упомянуто в предыдущей главе работы по реконструкции водовода подачи сырой воды были исключены из объема работ по проекту в результате обсуждений между представителями Японского Банка по международному сотрудничеству и представителями со стороны Казахстана. Таким образом, казахстанской стороной будут проведены проектные работы по реконструкции водовода подачи сырой воды, которая будет осуществлена за счет собственных средств.

На стадии эскизного проектирования Исследовательской группой были изучены записи по утечкам за период с 1997 по 2002 г.г., а также проведено полевое исследование для определения участков, подлежащих реконструкции, результаты которого послужат в будущем для Казахстанской стороны в качестве справочной информации.

Результаты исследования и записей указывают на происшествие большей части утечек на нескольких участках трубопровода, отмеченных на Рисунке 5.2.1. Таким образом, были определены следующие четыре (4) участка, подлежащие реконструкции:

Участок 1:	1,5 км
Участок 2:	7,5 км
Участок 3:	2,5 км
<u>Участок 4:</u>	<u>3,5 км</u>
Всего	15,0 км

Схематический план участков водовода, подлежащих реконструкции, представлен на Рисунке 5.2.1.

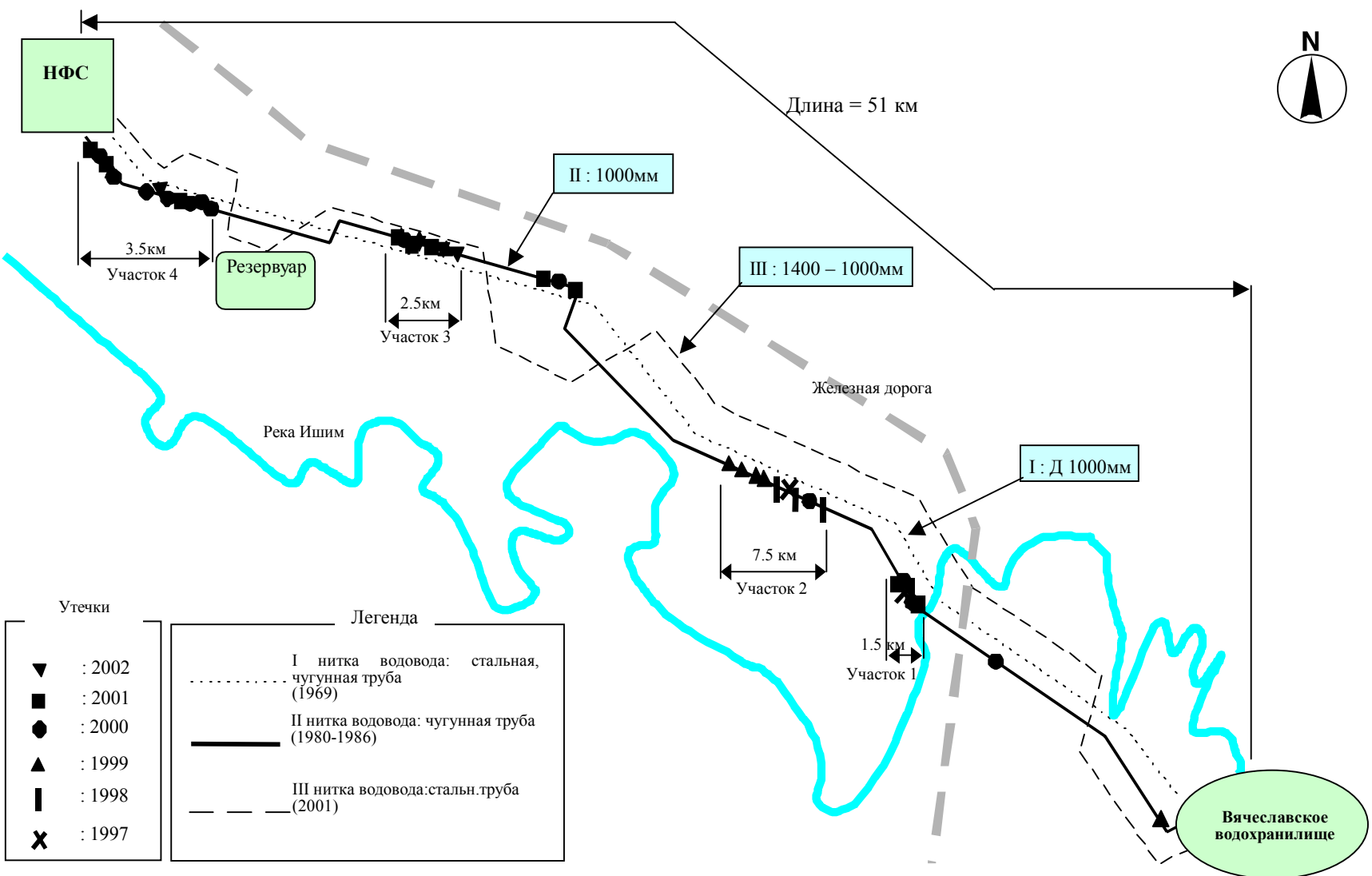


Рисунок 5.2.1 Участки водовода сырой воды, подлежащие реконструкции

5.2.2 Реконструкция

Работы по реконструкции трубопровода в указанных участках заключаются в замене существующих труб новыми трубами за счет средств казахстанской стороны.

5.2.3 Топографические и гидравлические условия

Продольный профиль трубопровода от водозаборной насосной станции до НФС представлен на Рисунке 5.2.2. Рисунок также показывает выполненные гидравлические расчеты при производительности 210 000 м³/сут. с одновременным использованием двух водоводов подачи сырой воды №II и №III.

Ниже представлен расчет:

(1) Формула гидравлического расчета

Была применена формула Уильяма Хейзена для произведения гидравлического расчета. Эта формула схожа с формулой, упомянутой в СНиП, и, как правило, используется в сфере водоснабжения.

$$H=10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

H: потеря напора (м)

C: значение C (новый трубопровод -120, старый трубопровод - 110)

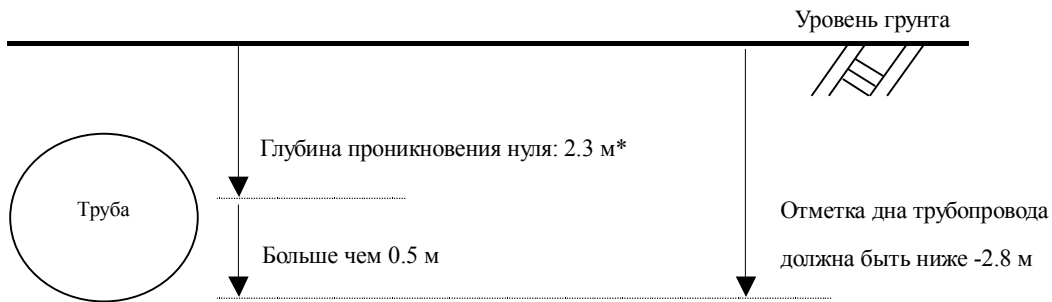
D: диаметр трубы (м)

Q: расход воды (м³/с)

L: протяженность трубопровода (м)

(2) Отметка дна трубопровода

Согласно пункту 8.42 СНиПа 4.01-02-2001 «ВОДОСНАБЖЕНИЕ, НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ» и Справочному пособию к СНиП «СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ», отметка дна заглубленных трубопроводов должна быть ниже–2.8м.



* город Астана расположен в зоне, где максимальная глубина нулевой изотермы равна 230 см.

(3) Результаты расчетов

В результате расчетов гидравлических условий при расходе 210 000 м³/сут. для каждого индивидуального трубопровода №II и №III, а также для единого трубопровода, объединяющего две трубы, никакой из расчетов не показал негативного давления на всей протяженности трубопровода. Результаты расчетов показаны на Рисунке 5.2.2.

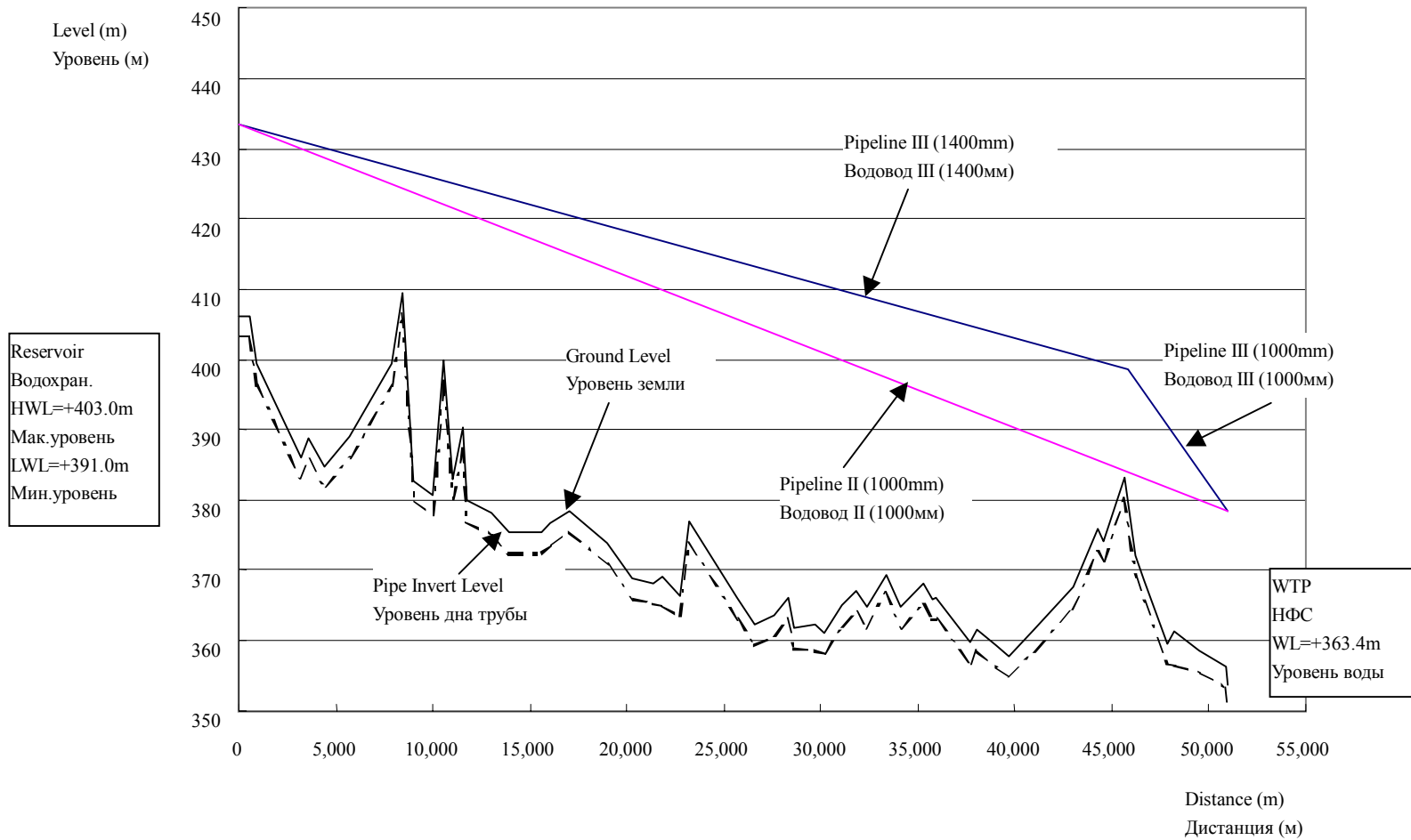


Figure 5.2.2 Longitudinal Profile of Raw Water Transmission Pipeline

Рисунок 5.2.2 Продольный профиль прокладки водоводов

5.2.4 Меры по предотвращению гидравлического удара

В этом разделе даны рекомендации по проектированию, а также относительно мер по предотвращению гидравлического удара.

(1) Гидравлический удар

В качестве анализируемых свойств водоводов была изучена эксплуатация/контроль насосной станции. Имело место частое повреждение трубопроводов под влиянием гидравлического удара вследствие неправильного уровня и недостаточных мер по предотвращению данного явления.

Потеря энергоснабжения на подкачивающей системе приведет к колебаниям и гидравлическому удару в водоводе.

При изменении скорости потока в трубопроводе за короткий период времени, происходит быстрое изменение давления воды в трубопроводе. Если давление принимает отрицательное значение, вода в трубопроводе может испаряться, образуя поры, и, приводить к разделению водяных столбов, что усиливает давление и вызывает разрушение. Данное явление носит название гидравлического удара и его сила зависит от многих факторов, например длина трубопровода, характеристики насоса и т.д. Должны быть предприняты меры по предотвращению гидравлического удара с целью избежания повреждений трубопроводов.

(2) Условия для анализа

Возможные методы по предотвращению гидравлического удара:

- обеспечение махового колеса для насоса;
- установка уравнительного бака (обычного/одностороннего) в трубопроводе;
- установка напорного водяного бака (воздухосборника) на насосе и/или трубопроводе.

Вследствие значения массы воды в трубопроводе, нельзя применять вариант использования махового колеса, так как размеры требуемого махового колеса будут слишком большими для включения насосов. Система применения уравнительного бака является надежной. В настоящее время, водовод № III соединен с односторонним уравнительным баком емкостью 1000м³, расположенным на расстоянии 5.2км от НФС. Но данный бак не используется вследствие проблемы с входными поплавковыми

клапанами. В качестве варианта может быть применен напорный водяной бак.

На Рисунке 5.2.3. представлен продольный разрез трассы трубопровода от НС первого подъема до НФС. На рисунке показано отклонение давления воды в случае транспортировки $210\,000\text{ м}^3/\text{сут}$ при использовании водоводов № II и № III.

Точки, на которые следует обратить внимание на данном разрезе, это Точка 1: Н.С. первого подъема, Точка 2: пик на расстоянии 8 км от Н.С. первого подъема и Точка 3: пик на расстоянии 5,2км от НФС. Следовательно, далее указаны предлагаемые меры против возникновения гидравлического удара с учетом текущего состояния этих участков:

- Точка 1: Расположенный односторонний уравнильный бак, расположенный на пике в 5.2 км от НФС
- Точка 2: Новый односторонний уравнильный бак, расположенный на пике в 8км от водозаборной насосной станции
- Точка 3: Новый напорный водяной бак (воздухосборник) на водозаборной НС

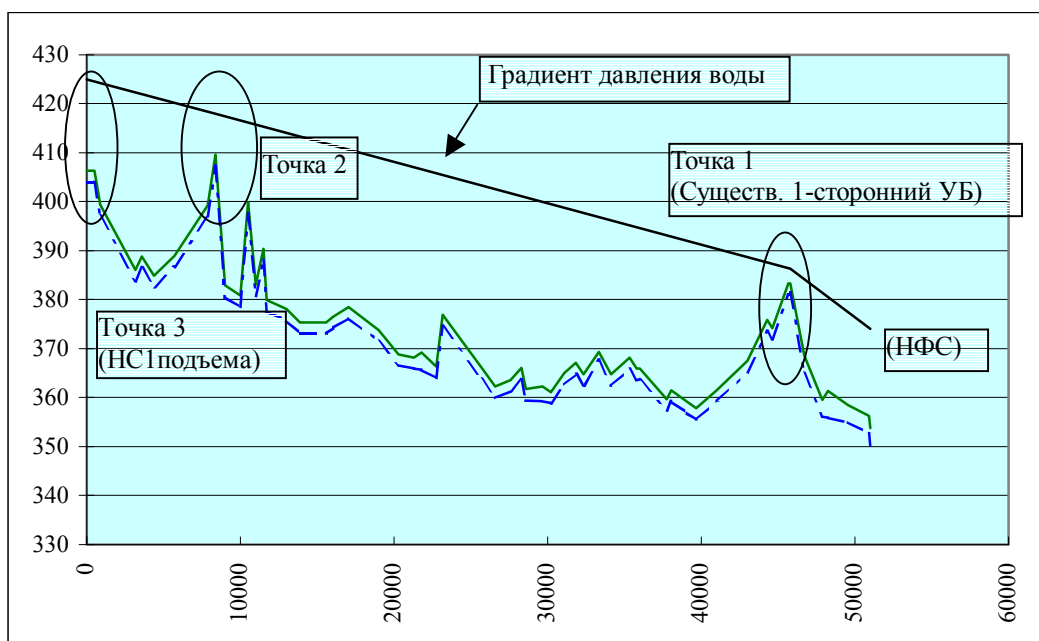


Рисунок 5.2.3 Продольный разрез водовода сырой воды

Критерии для проведения анализа:

- Расход: $210\,000\text{ м}^3/\text{сут}$
- Насос: $36,5\text{ м}^3/\text{мин}$ x 34МН x 1,500об/м x 320КВт x 4

- Т1: односторонний уравнильный бак
 - Площадь поверхности: $265\text{м}^2 \times 1$
 - Отметка воды: +384
- Т2: Односторонний уравнильный бак
 - Площадь поверхности: $265\text{м}^2 \times 1$ (та же, что и у существующего)
 - Отметка воды: +410м
- Т3: Воздухосборник
 - Площадь поверхности: $20\text{м}^2 \times 2$
 - Начальная отметка воды: +409м
- Время для расчета: 500сек

(3) Результаты анализа

Были рассмотрены следующие пять (5) вариантов.

- Вариант 1 Меры не предпринимаются
- Вариант 2 Т1: Существующий только односторонний уравнильный бак
- Вариант 3 Т1: Существующий односторонний уравнильный бак
 + Т2: Новый односторонний уравнильный бак
- Вариант 4 Т1: Существующий односторонний уравнильный бак
 + Т3: Воздухосборник на водозаборе
- Вариант 5 Т1: Существующий односторонний уравнильный бак
 + Т2: Новый односторонний уравнильный бак
 + Т3: Воздухосборник на водозаборе

Результаты анализа:

1) Вариант 1: По всем трассам водовода наблюдается отрицательное давление.

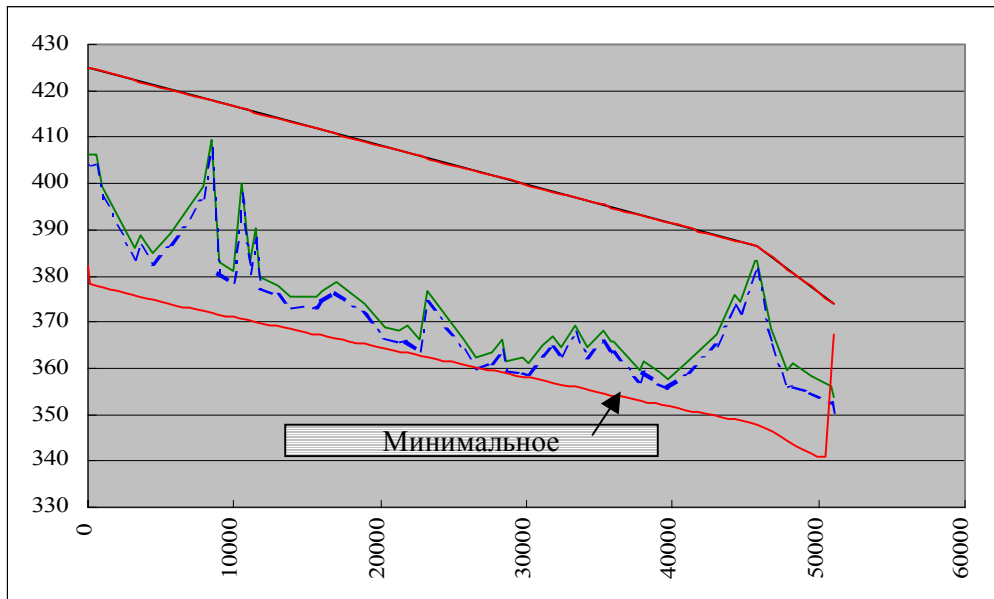


Рисунок 5.2.4 Вариант 1: Меры не предпринимаются

2) Вариант 2: В нижнем бьефе Точки 1 не возникает проблем, а выше Точки 1 наблюдается большое отрицательное давление

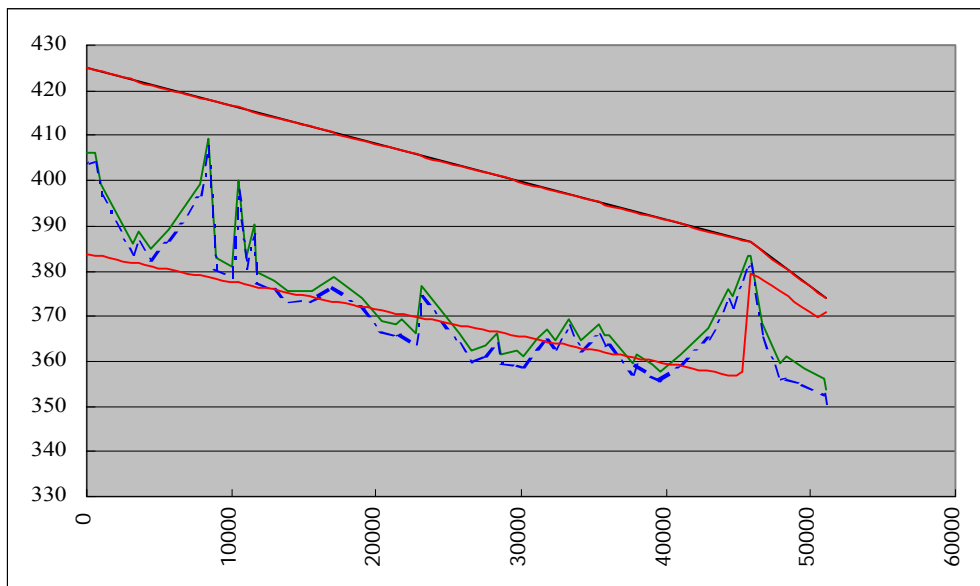


Рисунок 5.2.5 Вариант 2: Т1 – Существующий односторонний уравнительный бак

- 3) Вариант 3:** В нижнем бьефе Точки 2 не возникает проблем. Но выше Точки 2 наблюдается большое отрицательное давление.

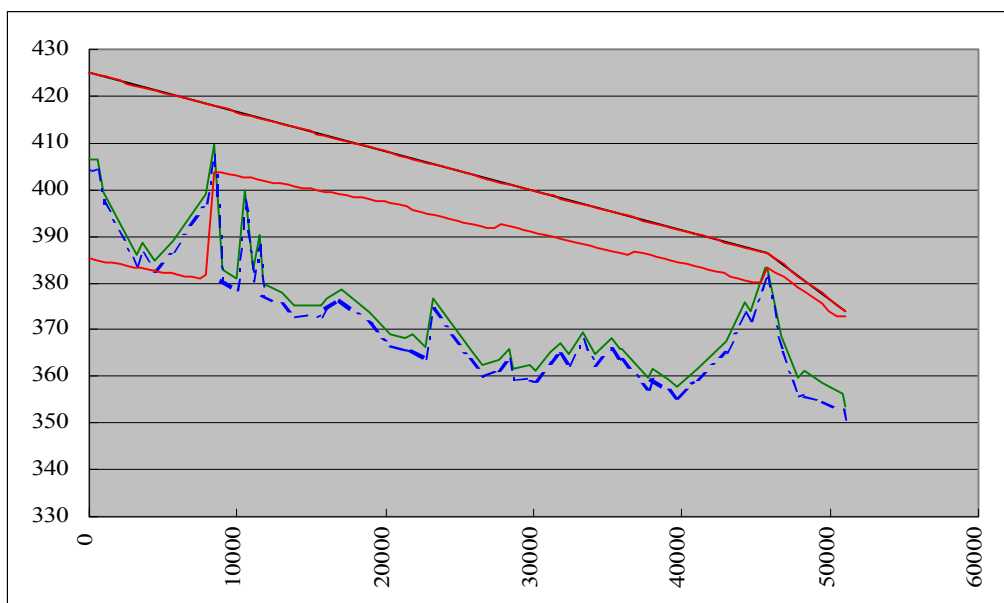


Рисунок 5.2.6 Вариант 3: T1 – Существующий односторонний уравнительный бак + T2 – Новый односторонний уравнительный бак

- 4) Вариант 4:** В нижнем бьефе Точки 1 не возникает проблем, происходит отрицательное давление на Точках 1 и 2 из-за малых размеров воздухоотборника.

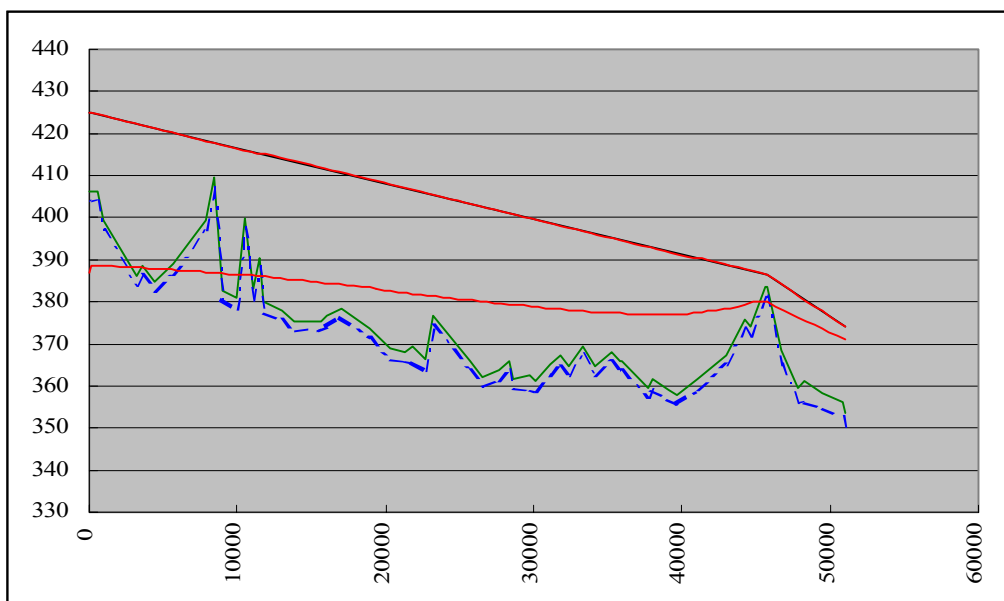


Рисунок 5.2.7 Вариант 4: T1 – Существующий односторонний уравнительный бак

+ Т3 – Воздухосборник на водозаборе

5) Вариант 5: В этом случае не возникает проблем на протяжении трассы водовода

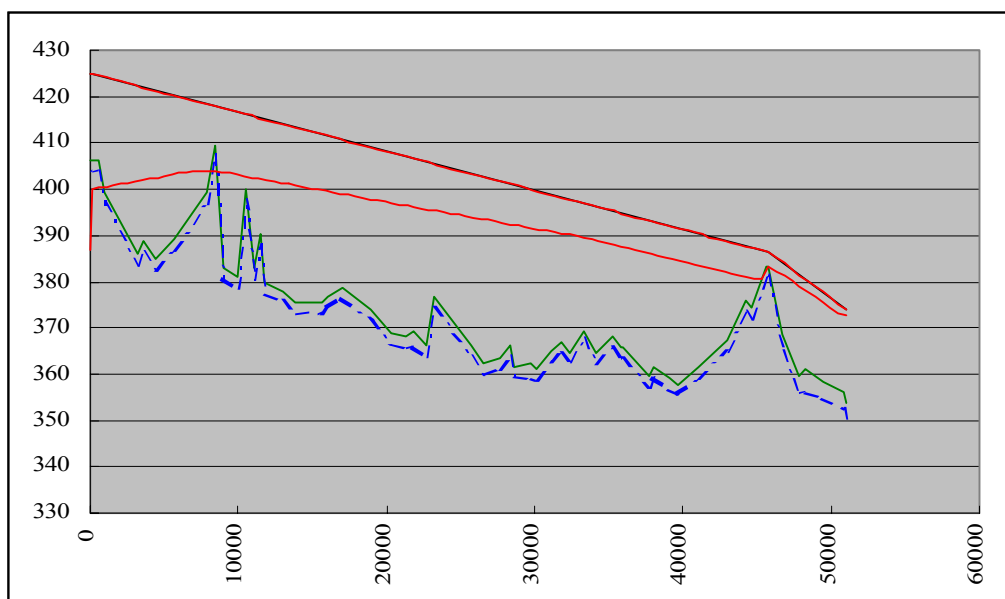


Рисунок 5.2.8 Вариант 5: Т1 – Существующий односторонний уравнильный бак + Т2 – Новый односторонний уравнильный бак + Т3 – Воздухосборник на водозаборе

(4) Рекомендуемые меры

Согласно вышеуказанным исследованиям, рекомендуется применение мер, предложенных в Варианте 5 против гидравлического удара, возникающего вследствие внезапной остановки насосов первого подъема. Среди необходимых сооружений Проектом предусматривается воздухосборник в точке 3 (водозаборная насосная станция) в качестве вспомогательного сооружения для новых водозаборных насосов. Однако предусматривается строительство одностороннего уравнильного бака в точке 2 (8 км от НФС) и реконструкция водовода сырой воды № II. К тому же будет произведена реконструкция одностороннего уравнильного бака в точке 1 (5.2 км от НФС).

Вместо установки нового одностороннего уравнильного бака в точке 2, альтернативным вариантом является установка воздуховыпускных клапанов на пиках трубопроводов по всему участку. Однако вследствие ненадежности работы воздуховыпускных клапанов, особенно в зимнее время, применение данного варианта не рекомендуется.

Основываясь результатами проведенного исследования, Исследовательская группа ЯАМС рекомендует строительство одностороннего уравнильного бака в точке 2

вместе с проведением работ по реконструкции водовода №II и существующего уравнильного бака в точке 1 до запуска в эксплуатацию предложенной НС.

5.3 Насосно-фильтровальная станция

5.3.1 Рассмотрение предложений ТЭО

Ниже рассматриваются предложения, выработанные на стадии Технико-экономического обоснования.

- (1) «В целях удовлетворения спроса на воду в 2010 году необходимо обеспечить приблизительно 100000 м³/сутки дополнительной питьевой воды для возмещения производительности существующей НФС.»

Судя по данному предложению, для удовлетворения увеличивающегося спроса и покрытия сокращенной производительности существующей НФС необходима новая станция производительностью 100000 м³/сутки.

- (2) «Существующая НФС будет эксплуатироваться до ввода в эксплуатацию новой НФС (№ 3), которая по плану должна заменить НФС № 1.»

Эксплуатация существующей НФС не должна быть отменена до завершения строительства новых сооружений с достаточной производительностью. Однако следует произвести последовательную реконструкцию существующих сооружений с целью поддержания их производительности на одном уровне. Эти работы по реконструкции не входят в объем работ по данному проекту.

- (3) «Предлагаемые сооружения по очистке воды на новой НФС»

Краткий обзор сооружений по очистке воды, предложенных на стадии ТЭО, представлен в Таблице 5.3.1. Предлагаемый процесс представляется адекватным с учетом качества сырой воды и планируемой производительности оборудования по очистке. Метод очистки соответствует требованиям СНиП. Каждое сооружение будет рассматриваться более подробно в следующих разделах отчета.

Таблица 5.3.1 Краткий обзор предлагаемых очистных сооружений

Наименование сооружений	Тип
Приемная камера	ж/б, прямоугольной формы
Скорый смеситель	Гидравлическое смешивание
Флоккуляционная камера	3-ступенчатый горизонтальный поток
Отстойник	Горизонтальный поток со сбором осадка

Скорый песчаный фильтр	Нисходящий поток
Административное помещение	ж/б, 3 этажа
Помещение с распределительными насосами	ж/б, первый и подвальный этажи

(4) «Предлагаемая система автоматического управления и мониторинга»

В отношении скорых песчаных фильтров для осуществления процесса фильтрации и промывки предусмотрено внедрение системы автоматического управления, также как и в отношении распределительных насосов для контроля скорости за счет нагнетания давления. Что же касается мониторинга, то основная оперативная информация будет контролироваться из центрального офиса мониторинга в административном здании.

(5) «Санитарно-защитные зоны»

Предусматривается обеспечение санитарно-защитной зоны согласно требованиям СНиП.

5.3.2 Стратегия проектирования

В результате проведения обсуждений и рассмотрения вышеупомянутых вопросов были установлены следующие стратегии в отношении новых сооружений по очистке воды:

(1) Производительность станции очистки

Производительность новой НФС составит 100000 м³/сутки. Все сопутствующие сооружения запроектированы на основании данной производительности. Однако сооружения от приемных камер до фильтров запроектированы на 105000 м³/сутки с учетом производственных потерь.

(2) Метод обработки воды

В пункте 6.10 СНиПа 2.04.02-84 рекомендуются следующие два метода обработки воды с учетом существующего качества воды и расчетной производительности станции по очистке:

- Горизонтальные отстойники – скорые фильтры
- Контактные пре-фильтры – скорые фильтры (двухступенчатое фильтрование)

Последний метод, предполагающий использование сетчатых барабанных фильтров, не

рекомендуется, так как считается, что барабанные фильтры легко засоряются водорослями, которыми загрязнена вода в водохранилище.

Не рекомендуется и метод, включающий в себя осветлители с реактивным восходящим потоком – скорые фильтры, ввиду низкой мутности исходной воды, за исключением сезона снеготаяния.

На существующей НФС применяется первый метод, при этом достигаются достаточно хорошие результаты.

С учетом требований СНиП и текущих рабочих характеристик существующей НФС рекомендуется принятие прежнего метода.

(3) Метод обработки стоков и ила

В настоящее время промывочная вода из фильтров и дренаж из отстойников отводится в реку без очистки. Однако по экологическим соображениям не следует сбрасывать ее в реку без очистки. По этой причине проектом предусмотрены сооружения очистки стоков и ила.

По завершению Проекта вся промывочная вода из существующих и новых фильтров будет отводиться обратно в распределительный колодец через промывочный дренажный резервуар, в котором накапливается ударная нагрузка, вызываемая обратной промывкой.

Ил из отстойников новой НФС, будет отводиться в илоуплотнители, а уплотненный ил будет высушиваться на иловых площадках. Надосадочная жидкость с уплотнителей и стоки с иловых площадок отводятся в сливной бассейн, а затем в дренажный трубопровод. Промывочные стоки с осевшим осадком от существующей НФС будут непосредственно отводиться на иловые площадки в связи с уплотнением осевших осадков в течение одногодичной работы.

(4) Стратегия проектирования

Ниже перечислены принципы, которые были приняты во внимание при проектировании сооружений системы водоснабжения.

- Следует рассмотреть существующий метод управления и технического обслуживания, при этом необходимо избежать полной зависимости от механического оборудования.

- Необходимо учесть аспекты экономии и исключить использование неэкономичного оборудования.
- Механизация и автоматизация целесообразны только, когда невозможно быстро осуществить управление вручную, или когда это способствует повышению надежности, обеспечивая тем самым безопасное и стабильное водоснабжение.
- Вместо механизированного и/или автоматизированного оборудования предпочтение отдается устройствам, основанным на гидравлике и использовании гравитационной силы при таких процессах, как скорое смешивание и флокуляция, с учетом доступных благоприятных топографических условий на территории НФС.
- С целью сокращения затрат, поддержания местной экономики и широкого развития промышленности, следует использовать удобные и безопасные для применения в строительстве товары и материалы такие как водонепроницаемый песок, гравий для бетона, бетонные продукты, которые отвечают требуемым характеристикам и эксплуатационным параметрам.

5.3.3 Детали проектирования

(1) Расчетная производительность и проектные расчеты

Производительность станции очистки составляет 100 000 м³/сут., за исключением сооружений от приемной камеры до фильтров, которые будут запроектированы на 105000 м³/сут. с учетом производственных потерь. Большинство сооружений будет размещено в помещениях и оснащено отопительной системой для обеспечения более легкой эксплуатации и технического обслуживания в зимний период.

Приблизительные размеры и конструкция каждого сооружения показаны в Таблице 5.3.2. Эти параметры основаны на данных проектного расчета с учетом критериев проектирования, заданных в СНиПе. Сводные критерии, принятые при проектировании, приводятся в Главе 4. Проектные расчеты приводятся в Приложении.

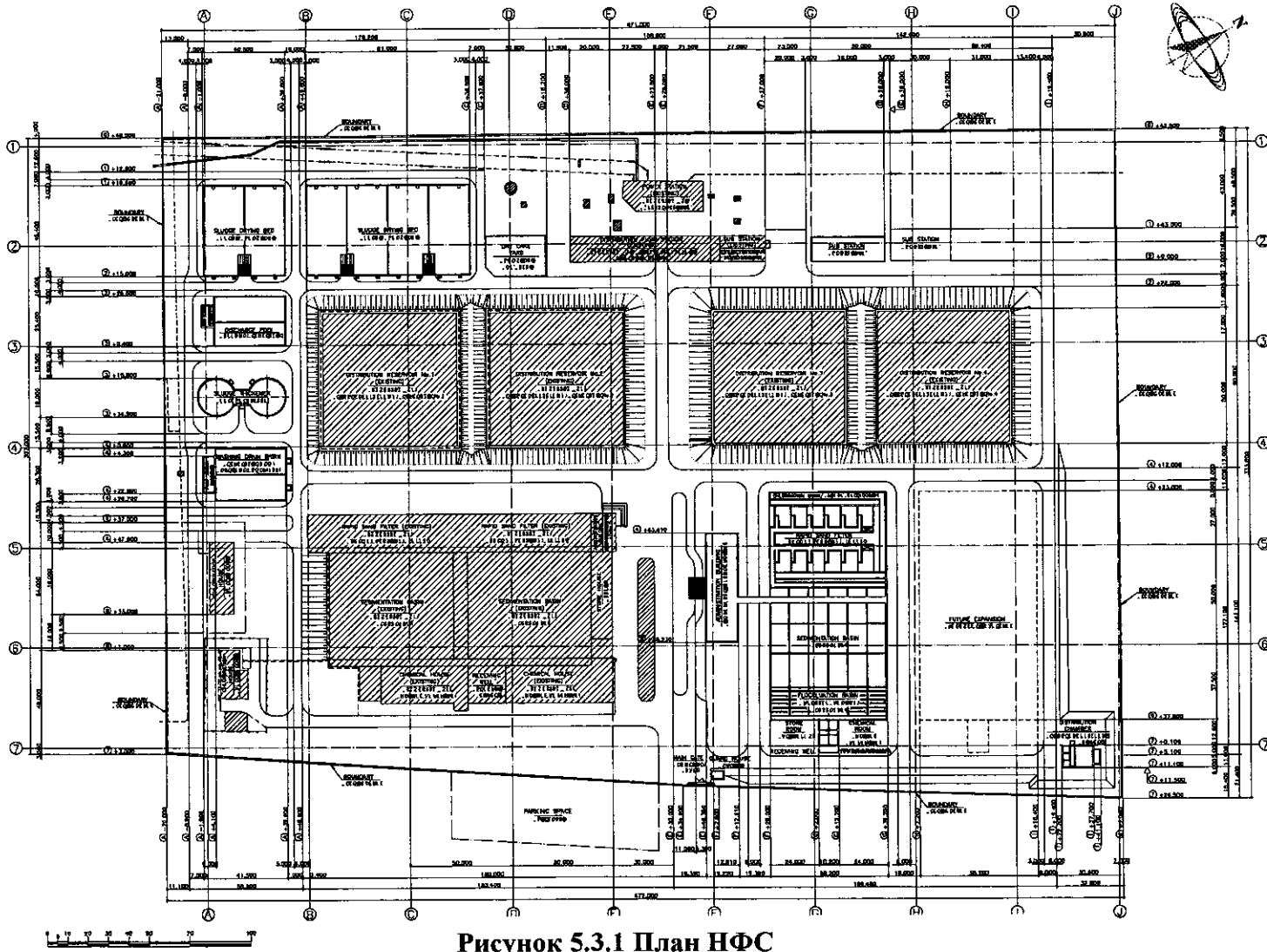


Рисунок 5.3.1 План НФС

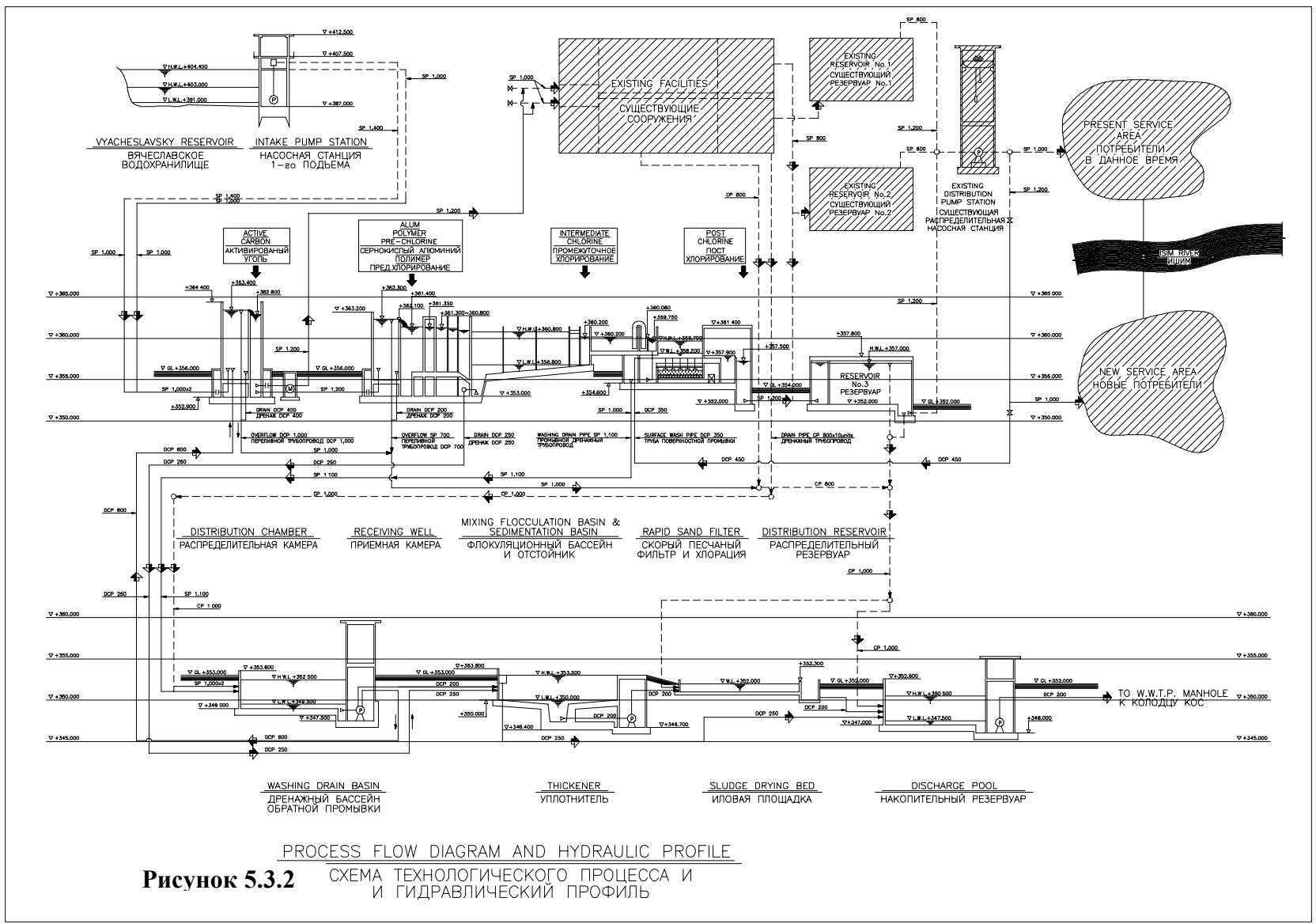


Таблица 5.3.2 Параметры и конструкция сооружений

Сооружения	Расчетная мощность и конструкция
Распределительный резервуар	Ширина 10.2 м x длина 10.0 м x глубина 7.4 м x 1 резервуар.
Приемная камера	Ширина 4.2 x длина 7.2 м x глубина 6.5 м x 2 камер.
Скорый смеситель	Ширина 4.2 м x длина 4.2 x глубина 4.3 x 2 смесителя.
Флокуляционная камера	Длина 9.0 м x ширина 1.2 x глубина 3.7 м x 12 каналов. Длина 9.0 м x ширина 1.5 x глубина 3.7 м x 12 каналов. Длина 9.0 м x ширина 2.3 x глубина 3.7 м x 12 каналов.
Отстойник	Ширина 9.0 x 50.0 длина x 4.0 глубина x 6 единиц.
Скорый песчаный фильтр	Ширина 5.8 x длина 12.6 м x 12 фильтров 188 м/сут.
Резервуар смешивания хлора	Ширина 2.8 м x длина 50.0 м x глубина 3.8 м x 1 резервуар.
Помещение с распределительными насосами	(существующая) Ширина 12.0 м x длина 78.0 м.
Административное здание	Ширина 15.0 м x длина 54.0 м x 3 этажа.
Резервуар промывных стоков	Ширина 12.4 м x длина 34.5 м x глубина 3.0 м x 2 единицы.
Илоуплотнитель	Диаметр 18.0 м x глубина 3.5 м x 2 единицы.
Иловые площадки	Ширина 20.0 м x длина 45.0 м x глубина 1.0 м x 6 единицы.
Кековая площадка	Ширина 20.0 м x длина 30.0 м
Сливной резервуар	Ширина 11.8 м x длина 34.5 м x глубина 3.0 м x 2 единицы.
Помещение хим. реагентов	Ширина 12.0 м x длина 23.4 м x 3 этажа
Хлор-дозаторная	является частью вышеупомянутого помещения
Система трубопроводов на территории сооружений	75 – 1600 мм, 5350 м
Прочее	Мощение, зеленные насаждения, затвор и забор, сторожевая и т.д.

(2) Расчетный уровень воды

Были определены расчетные уровни воды по каждому сооружению на основании гидравлических расчетов, представленных в Приложении. В процессе гидравлических расчетов уровень воды в существующем резервуаре чистой воды был принят равным 357,0 м, тогда как уровень воды в распределительной камере составил 363.4.

(3) Распределительный резервуар

Сырая вода подается по трем водоводам. Для контроля расхода воды на существующей, новой и планируемой на перспективу НФС будет предусмотрен распределительный резервуар. Резервуар разделен на три отсека на выходе с водосливами, с помощью которых контролируется расход воды на каждой станции очистки.

- 1) Тип : ж/б, прямоугольной формы
С механически регулируемым сливным отверстием, контролирующим расход.
- 2) Размеры : Ширина 10.2 м x длина 10.0 м x глубина 7.4 м x 1 резервуар

- 3) Дополнительное устройство : Оборудование по дозированию порошка активированного угля.

(4) Приемная камера и скорые смесители

После распределительного резервуара сырая вода будет поступать в приемную камеру, оснащенную входом для каждой из двух водоочистных систем. Коагуляцию, как процесс начала очистки при скорой фильтрации, планируется применить в приемной камере с тем, чтобы достичь дестабилизации количества коллоидов и взвешенных твердых частиц, включая бактерии и вирусы, до процессов флокуляции, отстаивания, фильтрации и дезинфекции.

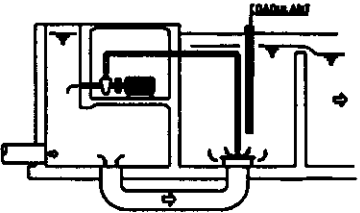
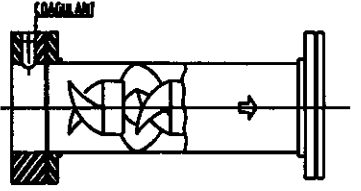
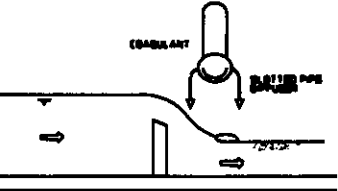
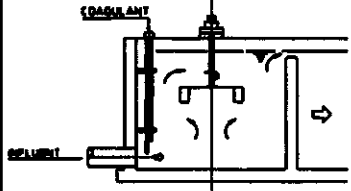
Процесс коагуляции достигается путем скорого смешивания, которое рассеивает 10% раствор алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ и 0.5% раствор полимеров как однородный коагулянт через всю массу воды. Различные виды оборудования по скорому смешиванию приводятся в Таблице 5.3.3.

Преимущества гидравлического смешивания заключаются в простом использовании потенциального напора, образованного водозаборными насосами. Для того чтобы воспользоваться данными преимуществами в приемной камере будет предусматриваться скорый смеситель с гидравлическим скачком на водосливе. Таким образом, сооружение будет функционировать как приемник и как резервуар скорого смешивания. Сооружение будет оборудовано водобойными стенками и водосливами.

Кроме того, иногда будет применяться предварительное хлорирование при помощи газовых хлораторов для удаления железа и/или марганца, а также для контроля водорослевого обрастания.

Продолжительность пребывания стоков и глубина приемника составят соответственно 3,5 минуты и 5,0 метров. Помимо этого продолжительность пребывания стоков и глубина смесителя составят соответственно 2,1 минуты и 4,4 м.

Таблица 5.3.3 Сравнительные характеристики процесса быстрого смешивания

Тип быстрого смешивания	Линейное струйное смешивание	Статичное линейное смешивание	Гидравлическое смешивание	Механическое смешивание
Типовые чертежи				
Расчетные критерии (только к сведению)	G об. = 500 до 1000 с^{-1} Давление = 0,7 кг/м ² Время = 0,5 с.	G об. = 500 - 1000 с^{-1} Потери напора = max. 600 мм Время = 1-3 с	Потери напора = 300-600 мм (300 мм обеспечивает G-об. 1000 с^{-1} при 20 градусах)	G об. = 500 до 1000 с^{-1} Время = 1 мин. Необходимая энергия = 2,5 кВт/м ³ /с сырой воды
Преимущества	1. Дополнительные потерь напора нет 2. Регулируемая степень перемешивания 3. Меньшее энергопотребление 4. Эффективное перемешивание	1. Нет подвижных частей 2. Низкие затраты на техобслуживание	1. Нет подвижных частей 2. Нет проблем с засорением всаса 3. Нет потребления внешней энергии 4. Низкие затраты на техобслуживание 5. Комбинирование измерения расхода 6. Легкость отслеживания процесса подачи химикатов	1. Дополнительные потерь напора нет 2. Регулируемый эффект от смешивания
Недостатки	1. Засорение сопла 2. Трудность применения в отношении труб большого диаметра 3. Комплексный график строительства	1. Неравномерное смешивание, отражающееся на изменении эффективности 2. Надежность зависит от качества, заложенного производителем 3. Проблемы с засорением при подаче химикатов или образование водорослей 4. Большие потери напора	1. Неравномерное смешивание, отражающееся на изменении эффективности 2. Большие потери напора	1. Недостаточные характеристики мгновенного смешивания 2. Возможность остановки оборудования 3. Эксплуатация и техобслуживание механических частей оборудования

Ниже вкратце описываются примененные расчетные параметры процесса предварительной обработки воды:

- | | | |
|------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Тип | : | Приемная камера с гидравлическим скорым смешиванием с водосливом |
| 2) Параметры | : | Приемная камера;
Ширина 4.2 м x длина 7.2 м x глубина 6.5 м x 2 единицы
Смеситель;
Ширина 4.2 м x длина 4.2 м x глубина 4.3 м x 2 единицы |
| 3) показатель G (градиент скорости) для скорого смешивания | : | 112s^{-1} ($> 100\text{s}^{-1}$) |
| 4) Применяемые реагенты | : | Хлорирование----- Раствор хлора (99.9 %)
Коагулянт ----- Алюминий (10% раствор)
Флокулянт ----- Полимер (1% раствор) |

(5) Флокуляционная камера

Флокуляция - это процесс мягкого и непрерывного смешивания, во время которого взвешенные частицы в воде, объединяясь, образуют более крупную массу, которую в дальнейшем можно удалить из воды в процессе очистки, а именно за счет процесса отстаивания и фильтрации. Флокуляцию проводят непосредственно сразу после процесса скорого смешивания, и также как и в скорых смесителях, смешивание может осуществляться двумя способами – механическим или гидравлическим.

Наиболее простые методы флокуляции подразделяются на две группы – гидравлическую флокуляцию и механическую флокуляцию, каждая из которых затем делится по виду оборудования на вертикальную и горизонтальную, как показано в Таблице 5.3.4. Механические флокуляторы характеризуются гибкостью по отношению к колебаниям производительности станции очистки, а также регулируемой интенсивностью смешения благодаря своей универсальности, т.е. скорость механически управляемых лопастей можно регулировать в зависимости от изменения потока, температуры или качества сырой воды. Несмотря на это, наиболее важные элементы систем механической флокуляции, включают в себя смесительные лопасти, приводные электродвигатели, регуляторы скорости и редукторы, передающую систему, стержни и подшипники, процедуры эксплуатации и технического обслуживания которые весьма затруднительны.

Учитывая настоящую ситуацию на существующей НФС, предлагаемая станция очистки будет работать при полной проектной мощности сразу после ввода в эксплуатацию. Это

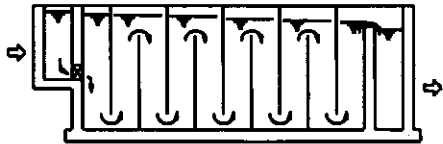
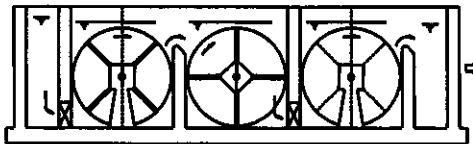
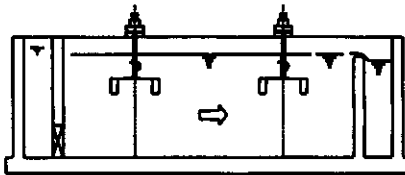
означает, что колебания потока для производительности очистки будут минимальными, а расчетная норма потока может уменьшить потери напора в канале для смешивания.

Таким образом, рекомендуется использовать гидравлическую систему флокуляции, использующую энергию безнапорного потока, которая не потребует ни механического оборудования, ни длительного использования электропитания.

Примененные расчетные параметры процесса флокуляции:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Тип | : Водосбойные каналы с горизонтальным потоком |
| 2) Количество | : 6 отсеков с 3 этапами конической флокуляции |
| 3) значение G (градиент скорости) | : 60 сек^{-1} (10 - 75 сек^{-1}) |
| 4) Время обработки | : Приблизительно 30 мин. (20 – 40 мин.) |
| 5) Размеры (для каждого ряда) | : Длина 9.0 м x ширина 1.2 x глубина 3.7 м x 2 каналов.
Длина 9.0 м x ширина 1.5 x глубина 3.7 м x 2 каналов.
Длина 9.0 м x ширина 2.3 x глубина 3.7 м x 2 каналов. |
- В канале будут предусмотрены водобойные стенки для эффективности процесса.

Таблица 5.3.4 Сравнительные характеристики процесса флокуляции

Тип	Гидравлическая система	Механические флокуляторы	
	Каналы с перегородками	Горизонтальная шахта с лопастями	Вертикальная шахта с лопастями
Типовые чертежи			
Эксплуатационные качества - Флокуляция - Надежность - Гибкость управления - Стоимость - Строительство - Затраты на техобслуживание - Режим расхода	хорошо - отлично хорошо - отлично умеренно-плохо низкая не сложное низкие затраты и легкость проведения близко к постоянному режиму расхода	хорошо - отлично хорошо - отлично высокая умеренная ближе к высокой умеренно сложное высокие возможна остановка оборудования	удовлетворительно - хорошо хорошо хорошо высокая несложное - умеренно сложное умеренные возможна остановка оборудования
Преимущества	1. Легкое и эффективное образование хлопьев 2. Низкие затраты по эксплуатации и техобслуживанию 3. Нет подвижных частей	1. Хорошее образование хлопьев 2. Эффективный/регулируемый флокуляционный эффект 3. Нет потерь напора	1. Хорошее образование хлопьев 2. Регулируемый флокуляционный эффект 3. Нет потерь напора 4. Легкость подведения электричества высокого напряжения 5. Легкость проведения техобслуживания механической части
Недостатки	1. Воздействие неравномерного перемешивания на эффективность очистки 2. Большие (0,3 до 0,6 м) потери напора 3. Ограниченное потребление энергии	1. Точность установки оборудования для достижения расчетной производительности 2. Высокие затраты по эксплуатации и техобслуживанию 3. Регулярная эксплуатация и техобслуживание 4. Возможна остановка оборудования	1. Необходимо большое число агрегатов 2. Возможна остановка оборудования

(6) Отстойник

В процессе очистки воды перед фильтрацией предусмотрен такой вид обработки как отстаивание или осветление с целью осаждения и извлечения наиболее крупных взвешенных веществ из воды. Отстаивание значительно зависит от качества предшествующих процессов, включая коагуляцию и флокуляцию. Производительность отстойника определяется как соотношение поверхностной нагрузки (Q/A), где Q – производительность очистного оборудования, а A – площадь поверхности отстойного резервуара. Последующая нагрузка на фильтры имеет значительное воздействие на производительность, продолжительность цикла фильтрации по отношению к схеме промывки фильтров и на качество фильтрационной воды.

Как показано на Таблице 5.3.5, существуют четыре основных вида систем отстаивания: установки по отстаиванию горизонтального потока; установки с восходящим потоком; установки контакта с взвешенными веществами/шламовой рециркуляции; и установка илового поверхностного осветлителя.

Процесс отстаивания горизонтального потока в основном используется в городской системе водоснабжения. В его основе лежит разделение гравитационного потока, предусмотренного в отстойнике, со статическим режимом работы, позволяющим частицам тяжелее воды, оседать на дно под действием силы тяжести. Главная характерная черта отстойников с горизонтальным потоком заключается в устойчивости к ударным нагрузкам по отношению к качеству и количеству сырой воды. В действительности, четырехугольный отстойник может выдержать мощность потока, превышающую расчетную, в течение короткого периода времени без значительных изменений качества воды. Следовательно, устойчивость и прогнозируемая производительность приводят к легкой и стабильной работе и низким затратам на техобслуживание.

Установки с восходящим потоком обычно используют на мелкомасштабных станциях в связи с простым управлением и техническим обслуживанием. Данный метод рекомендуется при стабильных характеристиках и стабильном гидравлическом состоянии сырой воды. Так как качество сырой воды на Вячеславском водохранилище не постоянно, особенно в весенний сезон, установки с восходящим потоком отстаивания не рекомендуются.

Иловый контакт или шламовая рециркуляция является модифицированным процессом отстаивания восходящего потока, включающего коагуляцию, флокуляцию и отстаивание.

Таблица 5.3.5 Сравнительные характеристики процесса отстаивания

Тип осветлителя	Установка для отстаивания горизонтальным потоком (резервуар прямоугольной формы)	Установка для отстаивания с восходящими потоками (радиальный с восходящими потоками)	Контактная установка для рециркуляции твердых веществ/взвеси	Установка-осветлитель с равномерным активным слоем ИЛА
Типовые чертежи				
Расчетные критерии (только к сведению)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нагрузка на площадь: 0,83-2,5 м³/ч 2. Глубина воды: 3-5 м 3. Продолжительность отстаивания: 1,5-3 ч 4. Ширина/длина: 1/3 – 1/5 5. Нагрузка на водослив: < 400 м³/м.сут. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нагрузка на площадь: 1,3-1,9 м³/ч 2. Глубина воды: 3-5 м 3. Время отстаивания: 1-3 ч 4. Нагрузка на водослив: 250 м³/м.сут. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Время флокуляции: примерно 20 мин. 2. Время отстаивания: 1-2 ч 3. Нагрузка на площадь: 2-3 м³/ч 4. Нагрузка на водослив: 350 м³/м.сут. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Время флокуляции: примерно 20 мин. 2. Время отстаивания: 1-25 ч 3. Нагрузка на площадь: 2-3 м³/ч 4. Нагрузка на водослив: 7,3 до 15 м³/м.ч. 5. Скорость движения восходящих потоков: < 10 мм/мин. 6. Норма циркуляции взвеси: до 3-5 раз выше чем норма входящих сырых сточных вод
Преимущества	<ol style="list-style-type: none"> 1. Более высокая устойчивость к по параметрам мутности и температуры 2. Предсказуемость показателей работы в большинстве случаев 3. Простота управления и низкие затраты на техобслуживание 4. Легкость адаптации к высокопроизводительным модулям-отстойникам с увеличением мощностей 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экономичная компактная геометрия 2. Легкость удаления ила 3. Высокая результативность осветления 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коагуляция/флокуляция и осветление происходит в одной установке 2. Хорошая эффективность флокуляции и осветления ввиду действия затравки в случае стабильного качества сырой воды 3. Возможны небольшие изменения в отношении качества сырой воды и норм расхода 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коагуляция/флокуляция и осветление происходит в одной установке 2. Компактный и экономичный дизайн 3. Возможны небольшие изменения в отношении качества сырой воды и норм расхода 4. Предпочтительно использовать для сырой воды повышенной мутности
Недостатки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подвержен образованию сгущенных плотных потоков в резервуаре 2. Требуется тщательная проработка конструкций на входе и выходе 3. Обычно требуются отдельные сооружения для флокуляции 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможна остановка движения потока 2. Менее устойчива к нагрузкам по мутности и температуре 3. Требуется более аккуратное обращение 4. Ограничение практических размеров установки 5. Возможно потребуются сооружения для раздельной флокуляции 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Требуется большего объема работы оператора 2. Меньшая чем обычно надежность, что зависит от работы единственной механической части 3. Недолговечность работы ввиду теплового воздействия 4. Подготовка затравки ила отнимает много времени 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Очень высокая чувствительность к ударным нагрузкам 2. Чувствительность к изменению температур 3. Для образования слоя ила достаточной толщины требуется несколько дней 4. Работа зависит только от работы механической части установки 5. Требуется большего объема работы оператора 6. Неэффективность очистки при меньшей мощности т.к. трудно поддерживать равномерный активный слой ила должным образом 7. Трудность переработки сырой воды, содержащей водоросли, т.к. они всплывают на поверхность
Сфера применения	Большинство городских и промышленных сетей водоснабжения Подходят в частности для работы на НФС большой мощности	Малые и средние городские и промышленные очистные сооружения Лучше всего подходят для работы на сооружениях, где нормы расхода и качество приточной воды постоянны	Сооружения, перерабатывающие приточную воду постоянного объема с постоянным качеством	Очистка приточной воды методом флокуляции/отстаивания с постоянным качеством и нормами расхода Сооружения по очистке приточной воды с низким содержанием твердых веществ

Примечание. Многоярусные осветлители и осветлители равномерного активного слоя ила зачастую определяют в одну категорию

Установка работает с высокой интенсивностью и устойчивые микро-хлопья в виде высококонцентрированного потока под воздействием лопастей, установленных в зоне коагуляции/флокуляции, приводятся в движение. Входящие микро-хлопья, прошедшие зону коагуляции, абсорбируются циркулирующими хлопьями и затем осаждаются в зоне осаждения (так называемый эффект затравки). Эффект затравки, применяемый для сырой воды с относительно высокой степенью мутности, повышает эффективность предварительной очистки, проводимой в отдельной камере, огороженной стальным материалом. Высокий процент поверхностной загрузки в данном случае наиболее применим, чем в горизонтальной установке или установке верхнего потока. Тем не менее, нет гарантии, что управление и техническое обслуживание будет легким. Оптимальные эксплуатационные условия зависят от нескольких параметров, таких как мутность сырой воды, pH, температура, щелочность и концентрация шлама, что должно контролироваться высококвалифицированными или опытными операторами и/или инженерами. Необходимо регулярно чистить и красить погруженные в воду стальные детали для предупреждения коррозии.

В случае постоянной, высокой мутности сырой воды можно применять иловые поверхностные осветлители. В связи с тем, что фактическая мутность сырой воды за последние 5 лет не превышала 30 мг/л, оба вида – илово-контактный метод и метод илового поверхностного осветлителя не применялись, т.е. иловое поверхностное осветление не применимо для такого состава воды.

Ввиду изложенных выше характеристик каждой системы отстаивания, запроектировано применение процесса горизонтального потока отстаивания на предлагаемой НФС.

Технические параметры строительных сооружений для процесса отстаивания:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1) Тип | : Четырехугольной формы, поршневой |
| 2) Количество | : 6 цепей с иловыми скребками |
| 3) Размеры | : 9.0 м ширина x 50.0 м длина x 4.0 м глубина
x 6 единиц. |
| 4) Продолжительность отстаивания | : 2.7 часа (1.5 – 4.0 часа) (глубина воды 4.0 м) |
| 5) Поверхностная загрузка | : 26.4 мм/мин (15 – 30 мм/мин) |
| 6) Скорость потока | : 0.33 м/мин (<0.4 м/мин) |
| 7) Загрузка накопительного лотка | : 350 м ³ /м/сут (< 350 м ³ /м/сут) |

Ниже представлены поверхностная нагрузка и расчетная площадь поверхности для воды низкой мутности, обусловленные в критериях проектирования и изданные в Казахстане, Японии и США:

Критерии проектирования	Казахстанские стандарты	Японские стандарты	Стандарты США
	СНиП РК 4.02.01-2001	«Критерии проектирования водохозяйственной системы»	«Проектирование водоочистного сооружения»
Поверхностная нагрузка для воды низкой мутности	21-27 мм/мин 24-32 мм/мин ⁽¹⁾	15-30 мм/мин	23-28 мм/мин (800-1,000 гвс/фут ²)
Расчетная площадь отстаивания	2930-3950 м ² ^(1,2) 2280-3030 м ² ^(1,3)	2430-4860 м ² ⁽³⁾	2600-3170 м ² ⁽³⁾

(1): Предусматривая дозирование флокулянта

(2): Рассчитано по формуле, упомянутой в пункте 6.66 СНиП. Предусматривая коэффициент коагулянта.

(3): Рассчитано по формуле, согласно которой расчетный расход очистки делится на поверхностную нагрузку.

Согласно СНиП, ширина отстойника должна составлять не более 6 м. Такое ограничение наверняка принято для предотвращения проникновения мутного потока в резервуар за счет сокращения числа Рейнольдса. Однако, несмотря на это, все еще будет оставаться проблема, связанная с интенсивностью потока, которая сокращает эффективность отстаивания, приводя к укороченному циклу потока.

Запроектированный отстойник имеет ширину 9 м, которая превышает максимальную ширину, предусмотренную СНиПом. Такая ширина была принята для сокращения требуемой площади и строительных затрат. Однако, число Рейнольдса не выходит за пределы желаемого уровня. Помимо этого, предусматривается обеспечение предлагаемых резервуаров водобойными стенками. Как критерии проектирования японских стандартов, так и критерии стандартов США предлагают обеспечение водобойных стенок на входе, выходе зоны и в ее середине для уменьшения воздействия на интенсивность потока, однако, СНиПом такие водобойные стенки не предусматриваются. Согласно запроектированному плану, водобойная стенка сооружается на входе, в середине и на выходе зоны с целью обеспечения достаточного эффекта отстаивания.

(7) Быстродействующая песочная фильтрация

Фильтрация – это последний защитный процесс в системе водоочистки для обеспечения физико-химической безопасности посредством комбинации физических, химических и некоторых видов биологических процессов в течение длительного времени движения осветленной воды путем пропускания через пористые фильтры.

Расчетные параметры для быстрodeйствующего песчаного процесса фильтрации включают: вид контроля пропускной способности фильтра, структура фильтра, характеристика загрузки и глубины фильтра; норма фильтрации; механизм промывки и вспомогательные устройства.

і) Фильтрующий слой и фильтровая прослойка

На стадии эскизного проектирования было обнаружено, что загрузка фильтра на существующей НФС не пригодна для фильтрации, так как эффективный диаметр и коэффициент однородности составляют 0.7-0.76 мм и 2.3-2.4 соответственно при глубине фильтра 1.0 м. Все эти показатели не соответствуют требованиям, оговоренным в СНиПе.

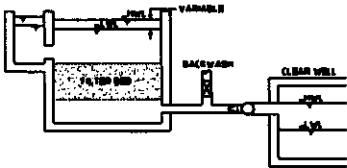
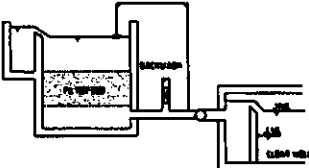
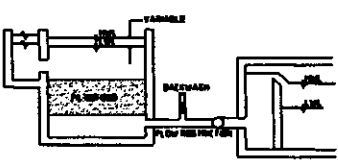
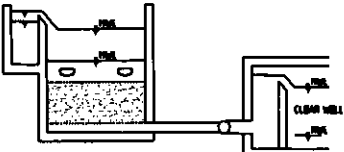
Исследовательская Группа сделала запрос о наличии песка, используемого для фильтрующей прослойки. Было обнаружено, что на юге Казахстана есть соответствующий кварцевый песок. Так как его получают путем дробления камня, можно будет заказать подходящий размер фракций песка, соответствующий фильтрующей прослойке. Предлагаемая глубина фильтрующего слоя в данном проекте составляет 70 см. Фильтровая прослойка будет проложена в один слой. В соответствии с Таблицей 21 СНиП РК 4.01.02.-2001 загрузка фильтра, требуемая для фильтрующего слоя глубиной 0.7-0.8 м должна быть 0.7-0.8 мм эффективного размера и 1.8-2.0 коэффициента неоднородности. Другие параметры, такие как изношенность, удельная масса и потеря воспламеняемости, не указаны в СНиПе.

Необходимая площадь фильтрации и количество установок взаимосвязаны. Максимальный размер фильтровальной площадки должен быть в пределах до 120 м², основываясь на положениях СНиПа по избежанию неравномерного потока воды обратной промывки.

Технические параметры для фильтровальной прослойки и скорость фильтрации:

- 1) Скорость фильтрации : 118м/сут (для 12 фильтров при нормальном режиме работе)
142 м/сут (для 10 фильтров с 1 ед. для обратной промывки и 1 ед. для резерва)
- 2) Фильтрационная прослойка : Силикатный или кварцевый песок, 700 мм толщины слоя
Эффективный размер: 0.7 мм
КО. (d_{60}/d_{10}): <1.5
- 3) Количество : 12 установок
- 4) Параметры для каждой установки : 5.8 м x 12.6 м (=73.1 м²/установка < 120м²)

Таблица 5.3.6 Сравнительные характеристики процесса фильтрации

Типы фильтров	Фильтрация постоянной интенсивности	Фильтрация при постоянном уровне	Фильтрация с понижающейся интенсивностью	Фильтр постоянной интенсивности с разделителем входящих потоков и переменным уровнем воды
Типовые чертежи				
	(Расходомер и задвижка регулирования расхода)	(Контроль входящих стоков, датчик уровня и задвижка регулирования расхода)	(Нет контроля входящих стоков, нет регулирующей задвижки и измерительной диафрагмы)	
Основное оборудование	<ol style="list-style-type: none"> 1. Затвор на входе 2. Выпускной клапан (клапан регулирования расхода) 3. Расходомер 4. Клапан обратной промывки 5. Клапан подачи воды для промывки поверхностного слоя фильтра/ промывки фильтра гидровоздушной смесью 6. Промывочный затвор 7. Насос промывочной воды (водонапорный бак) 8. Насос подачи воды для промывки поверхностного слоя фильтра (компрессор) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Затвор на входе 2. Концентрический сифон 3. Разделительная камера (камера смешения) 4. Выпускной клапан 5. Клапан обратной промывки 6. Клапан подачи воды для промывки поверхностного слоя фильтра/ промывки фильтра гидровоздушной смесью 7. Промывочный затвор 8. Водно-промывочный насос 9. Насос подачи воды для промывки поверхностного слоя фильтра (компрессор) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Затвор на входе 2. Ограничитель расхода (измерительная диафрагма) 3. Выпускной клапан 4. Клапан обратной промывки 5. Клапан подачи воды для промывки поверхностного слоя фильтра/ промывки фильтра гидровоздушной смесью 6. Промывочный затвор 7. Насос промывочной воды (водонапорный бак) 8. Насос подачи воды для промывки поверхностного слоя фильтра (компрессор) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Затвор на входе 2. Выпускной клапан 3. Система обратной промывки и промывки поверхностного слоя фильтра (система промывки фильтра гидровоздушной смесью) 4. Промывочный канал 5. Насос подачи воды для промывки поверхностного слоя фильтра (компрессор)
Система промывки фильтров	Обратная промывка из водонапорного бака/ водо-промывочным насосом Промывка поверхностного слоя фильтра/ промывка фильтра гидровоздушной смесью	Обратная промывка из водонапорного бака/ водо-промывочным насосом Промывка поверхностного слоя фильтра/ промывка фильтра гидровоздушной смесью	Обратная промывка из водонапорного бака/ водо-промывочным насосом Промывка поверхностного слоя фильтра/ промывка фильтра гидровоздушной смесью	Обратная промывка из водонапорного бака/ водо-промывочным насосом Промывка поверхностного слоя фильтра/ промывка фильтра гидровоздушной смесью
Преимущества	1. Широко применяемый процесс фильтрации	1. Широко применяемый процесс фильтрации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Простота управления 2. Низкие затраты на техобслуживание 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Простота управления 2. Низкие затраты на техобслуживание 3. Незначительное использование механического оборудования
Недостатки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость 2. Высокие затраты на техобслуживание 3. Недолговечная работа расходомеров/ клапанов регулирования расхода 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость 2. Высокие затраты на техобслуживание 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Необходимо более 6 фильтровальных агрегатов на один модуль 2. Вероятность проникновения не фильтрованной воды в фильтрат 	1. Более глубокие ячейки фильтра
Надлежащее применение	На большей части НФС работают квалифицированные операторы и персонал службы тех.поддержки	На большей части НФС работают квалифицированные операторы и персонал службы тех.поддержки	В развивающихся странах НФС средней производительности	В любых странах НФС средней/ большой производительности

ii) Установка по промывке фильтров

Обратная промывка предназначена для удаления суспендированных веществ, оставшихся в фильтрах в процессе фильтрационного цикла. Так как результат обратной промывки влияет на эффективность всего процесса фильтрации, необходимо проводить достаточную промывку фильтра. Запланированный однослойный фильтр особенно способствует накоплению осевшего материала на поверхности, в результате чего образуются шаровидные грязевые отложения за счет неправильной обратной промывки. Таким образом, мероприятия по вторичной очистке необходимы для предупреждения образования грязевых отложений и промывка фильтра должна быть адекватной. Существуют два основных вида вторичной промывки: одна из них – промывка поверхности, другая – воздушная промывка. Для фильтров с тонким слоем, который в настоящее время применяется в Японии и США, используют поверхностную промывку, а в Европе в основном применяют воздушную промывку, которую используют для фильтров с толстым слоем с зернистой фильтровальной прослойкой.

Для обратной промывки, на существующей насосно-фильтровальной станции воду качают насосами с резервуара чистой воды. Система самопромывки, в которой будет использоваться вода, возвращенная с других фильтров без помощи насосов, применима на предлагаемой насосной станции, ввиду наличия достаточного количества фильтровых установок. Данная система промывки применена для запроектированной НФС, что позволит сэкономить электроэнергию и сократить количество вспомогательного оборудования.

Проектные параметры для процесса промывки фильтров:

- 1) Скорость обратной промывки : $0.60 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{мин}$
- 2) Дополнительная промывка : Поверхностная промывка
 $0.15 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{мин}$
- 3) Обратная промывка : Самопромывка

iii) Контроль скорости фильтрации (см. Таблицу 5.3.6)

Общие требования для устойчивого управления фильтрами заключаются в равномерной подаче осветленной воды к каждому фильтру и проведении регулярной обратной промывки, если потеря напора достигает проектного уровня, или если фильтроцикл длится в течение 24-48 часов, в зависимости от качества осветленной воды. Внеплановая обратная промывка неизбежна в том случае, если мутность

осажденной воды превышает желаемый уровень. Уровень воды в каждом фильтре поднимается по необходимости для принятия одинаковой порции входящего потока и показывает потери напора. Существует два вида контроля фильтров обратной самопромывки. Один из методов контроля потока за счет задвижек, другой метод контроля потока за счет сифонов, который и был применен.

Примененная система контроля фильтров:

- 1) Фильтрационная система : Фильтр постоянной скорости с разделением потока и изменением уровня воды
- 2) Контроль входящего потока : Сифоны
- 3) Контроль выходящего потока : Контрольные задвижки водослива

iv) Количество фильтров

Ниже приведена информация по количеству фильтров и вспомогательным фильтрам, принятым согласно критериям проектирования, изданным в Казахстане, Японии и США:

Критерии проектирования	Казахстан	Японские стандарты	Стандарты США
	СНиП РК 4.02.01-2001	«Критерии проектирования водохозяйственной системы»	«Проектирование водоочистного сооружения»
Количество фильтров	14 or 15 ⁽¹⁾	2 фильтра или более	4 фильтра или более
Количество вспомогательных фильтров	1 (20 фильтров или менее)	1 фильтр на 10 фильтров для тех. обслуживания	1 фильтр для тех. обслуживания

(1: Рассчитано по формуле, упомянутой в пункте 6.97 СНиПа при условии, что общая площадь фильтрующих установок составляет 877 м².


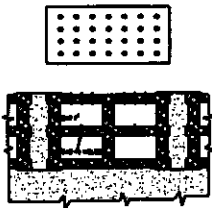
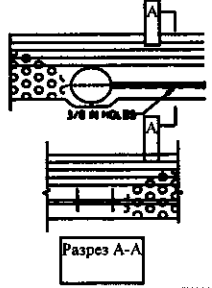
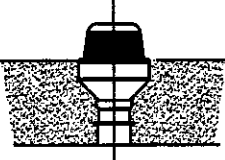
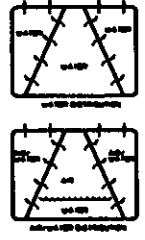
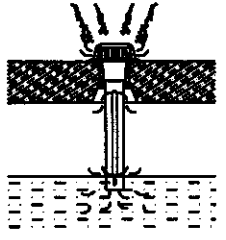
На новой НФС предлагается построить 12 фильтров, однако, требуемое количество фильтров согласно расчету, произведенному по формуле, упомянутой в СНиП, составляет 14 или 15 единиц. Следует отметить, что как японские стандарты, так и стандарты США не содержат положений, регулирующих количество фильтров. Они указывают лишь на то, что количество должно определяться с учетом обеспечения соответствующего фильтрационного потока даже в случае вывода одного из фильтров из работы для технического обслуживания. Работа 12 фильтров удовлетворяет требованиям по скорости фильтрации, указанные в пункте 6.97 СНиПа, где один фильтр не эксплуатируется, а второй находится в обратной промывке. Для избежания

повышения стоимости, облегчения эксплуатации и технического обслуживания
Исследовательская группа предлагает строительство 12 фильтров.

в) Система водоотвода (см. Таблицу 5.3.7)

Главное требование к водоотводной системе заключается в поддержке фильтровальной прослойки и равномерном распределении потока воды обратной промывки сквозь весь фильтрационный слой. Во многих случаях, за основу можно использовать железобетонные блоки с пластиковыми сетчатыми фильтрами, перфорированные боковые бетонные блоки из сборного бетона или трубы с перфорированными боковыми стенками. В данном проекте предложено использовать сборные бетонные перфорированные блоки. Этот вид системы водоотвода используется в системе водоочистки многих стран мира, особенно в Северной Америке. Он имеет преимущества в строительной стоимости, выгодном местном производстве и простых монтажных работах.

Таблица 5.3.7 Сравнительные характеристики приспособлений для закрытого дренажа

Тип	Обычные фильтры обратной промывки				Фильтры гидровоздушные и обратной промывки	
	Сборные бетонные лотки	Параллельно-поперечные перфорированные блоки (плиточные блоки)	Отводящие трубы	Фильтр грубой очистки	Двойные поперечные лотки (полиэтиленовые блоки)	Сетчатый фильтр грубой очистки
Типовые чертежи						
Потери напора при обычных нормах обратной промывки Проходное сечение (диаметр) (только к сведению)	1 - 1,5 м 8 - 10 мм	0,6 - 1,8 м 4 - 6 мм	0,9 - 1,5 м 6 - 10 мм	1 - 2 м 0,25 - 0,75 мм	0,6 - 1 м *1 6 мм	0,4 - 0,6 м *2 0,25 - 0,75 мм
Частные особенности	1. Лотки с шагом 0,3 м друг от друга 2. Отверстия на расстоянии 75 мм с каждой стороны от края лотка 3. Максимальная длина лотка 4,8 м	1. Пластины с шагом 0,3 м друг от друга 2. 516 или 193 отверстия на 1 м ² площади 3. Максимальная длина пластины 15 м	1. Трубы с шагом 0,3 м друг от друга 2. Отверстия расположены через 75-100 мм друг от друга и под углом 45° вниз от горизонта по обе стороны отводящей трубы 3. Максимальная длина трубы 6 м	1. Дно в виде активного слоя либо с отверстиями 2. Сетчатые фильтры расположены на расстоянии 150-200 мм друг от друга 3. Расстояние между отверстиями менее 250 мм	1. Лотки с шагом 0,3 м друг от друга 2. 247 отверстий на 1 м ² площади основания 3. Максимальная общая длина лотков 15 м 4. Необходима засыпка слоем гравия поверх блоков	1. Предпочтительная высота активного слоя высокого давления 0,6 м 2. Необходимо выбирать фильтры длительного пользования, зарекомендовавшие себя в работе 3. Обычно засыпка гравием поверх фильтров не требуется

*1- при одновременной гидровоздушной и обратной промывке, при постоянных нормах 0,9 м/мин для гидровоздушной и 0,6 и 0,8 м/мин - для обратной промывки

*2- при норме промывки 0,8 м/мин

(8) Применение реагентов и хлорирование

Используемые в настоящее время на существующей НФС сульфат алюминия и полимеры в качестве коагулянтов, порошкообразный активированный уголь в качестве временного дезодоранта (максимальный период дозирования - один месяц) и раствор хлора в качестве дезинфектора, рекомендуется использовать на предлагаемой НФС. Нормы дозирования (в мг/л) и места применения каждого химического вещества предлагаются в Таблице 5.3.8 с учетом условий эксплуатации существующего оборудования на существующей НФС.

Все оборудование и сооружения для применения химических веществ и хлорирования будут помещены в специальное помещение, т.е. склад химических веществ или помещение хлорирования, которые будут построены недалеко от предлагаемой НФС.

Таблица 5.3.8 Химическое дозирование

(ед. измерения: мг/л)

	Макс.	Сред	Мин.	Место дозирования
1) Сульфат алюминия	30	7.5	1.0	Приемный резервуар
2) Полимеры	0.1	0.05	0.025	То же
3) Порошкообразный активированный уголь	20	-	5	Распределительный резервуар (1 месяц/году)
4) Предварит. хлорирование	5.0	2.0	1.0	Распределительная камера
5) Промежуточн. хлорирование				В выпускном канале отстойного резервуара в качестве альтернативы пред. хлорированию
6) Конечное хлорирование	1.5	1.0	0.5	Выпускная камера фильтровых установок

і) Сооружения по загрузке сульфата алюминия

Сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ будет поставляться в мешках по 50 кг. Согласно отчету качества воды на существующей НФС, максимальная дозировка 10% раствора обычно не превышает 30мг/л. Поток сульфата алюминия контролируется вручную согласно потребностям в сульфате алюминия и действительному потоку сырой воды. Судя по записям, на существующей НФС сульфат алюминия в среднем используется в дозировке 4.74мг/л, что не превышает допустимую норму и соответствует требованиям.

Предусмотрена подача растворенного сульфата алюминия на существующие сооружения химических реагентов с помощью насоса подачи коагулянтов. Помимо этого, в новом складе химических реагентов запланировано обеспечение бака хранения

коагулянтов.

Сооружение подачи сульфата алюминия будет следующих размеров: 3.9 м x 5.5 м x 3.5 (глубина). Бак будет изготовлен железобетона с соответствующей кислотостойкой футеровкой.

ii) Склады сульфата алюминия, полимеров и активированного угля

Так как объем потребления обоих химикатов относительно небольшой и период дозирования ограничен, порошкообразный активированный уголь и полимер будут храниться с запасом на один год для активированного угля и пол года, согласно СНиП, для полимера при объеме очистки воды 105 000 м³/сут.

В каждом складском помещении будет предусмотрено погрузочное оборудование, максимально соответствующее техническим условиям для поставки суточной потребности сульфата алюминия, полимеров и активированного угля.

iii) Склад химических веществ

Склады сульфата алюминия, полимеров и порошкообразного активированного угля расположены по правую сторону приемного колодца. Оборудование по дозированию сульфата алюминия, полимера и порошкообразного активированного угля расположено на первом этаже, тогда как храниться порошкообразный активированный уголь будет на втором этаже.

- 1) Сооружения для химических реагентов
 - Сульфат алюминия : 3.9 м x 5.5 м
 - Активированный уголь : 3.9 м x 5.5 м
- 2) Помещение для установок дозирования сульфата алюминия, полимера и порошкообразного активированного угля
 - Размеры : 12.0 м шириной x 23.4 м длиной

iv) Сооружения по дозированию хлора

Хлор будет поставляться в жидком состоянии в цилиндре объемом 1 тонна. Сооружение будет включать в себя все оборудование для хранения, транспортировки, дозирования и нагнетания хлора, а также и средства безопасности. Работа хлораторов будет контролироваться вручную.

Хлорирование будет состоять из предварительного, промежуточного и окончательного

хлорирования. Предварительное хлорирование будет проводиться для окислирования железа, марганца, аммонийного азота и других органических веществ, для уничтожения водорослей и дезинфекции сырой воды. Промежуточное хлорирование будет проводиться с такой же целью в случае более загрязненной сырой воды во избежание образования тригалометана и неприятного запаха.

Предварительное и промежуточное хлорирование будут проводиться на приемном колодце и выходе с отстойника. Степень дозирования будет контролироваться проверкой эффекта хлорирования.

Подобное оборудование будет применяться и для нагнетания хлора в предварительном и промежуточном хлорировании, так как они не будут осуществляться одновременно.

Окончательное хлорирование будет производиться с целью дезинфекции и сохранения необходимой остаточной концентрации хлора в распределительной сети.

Будет обеспечен испаритель для подачи выпаренного хлора.

Хлор будет извлекаться из цилиндра, взвешиваемого с помощью взвешивающего устройства для определения потребленного объема хлора. Предусматривается устройство цилиндров в специальном месте, а также обеспечение трубы для водораспыления в случае утечки хлора.

- 1) предварительное и промежуточное : 7 - 22 кг/ч x 2 (1 резерв)
нагнетание хлора
- 2) окончательное нагнетание хлора : 2 - 7 кг/ч x 2 (1 резерв)

в) Хлораторное помещение

Новая хлораторная запроектирована в помещении для химических реагентов. Помещение оборудовано вентиляторами на стене для предотвращения накопления хлора, а так же отопительным оборудованием для поддержания стабильной температуры в помещении. В помещении химических реагентов предусмотрено специальное место для цилиндров и труба для водораспыления для нейтрализации хлорного газа в аварийной ситуации. Вместимость специального помещения для цилиндров ограничена возможностью размещения в нем только двух цилиндров в виду обеспечения безопасности. Большинство баллонов можно хранить в существующем сооружении химических реагентов.

Размеры:

- 1) Хлордозаторная : 9.0 м шириной x 5.7 м длиной

2) Хлораторная : 9.0 м шириной x 5.7 м длиной

(9) Сооружения по очистке ила

В предлагаемой НФС, ил, осевший в отстойном резервуаре, извлекается периодически посредством действия силы тяжести и направляется в уплотнители. Уплотненный ил транспортируется на иловые площадки насосами и высушивается там. Надосадочная жидкость, которая поступает с уплотнителей и иловых площадок, поступает в нагнетательный бассейн самотеком, а затем при помощи насосов отводится в систему канализации. Высушенный ил складывается на кековой площадке, а затем переносится в район захоронения отходов.

Воды обратной промывки со скорых песчаных фильтров задерживаются на некоторое время в водосборном резервуаре и затем возвращаются в распределительный резервуар насосами.

Так как осветленный ил существующих отстойников сгущен в отстойнике, то существует острая необходимость его транспортировки на иловые площадки. Емкость отстойников запроектирована с учетом объема поступления с новой фильтровальной станции, и его иловая загрузка будет равна $20 \text{ кг/м}^2/\text{сут.}$, что предусматривает значимый запас.

i) Водосборный резервуар

Воды обратной промывки с существующих и новых фильтров поступают в промывочный водосборник и задерживаются там в течение 1 часа, а затем насосами возвращаются в распределительный резервуар. Общая емкость резервуара больше расхода воды разовой обратной промывки. Резервуар снабжен насосами для возврата воды и илового дренажа.

- 1) Емкость : $1,280 \text{ м}^3$ – емкость одного резервуара
(глубина воды 3 м)
- 2) Размеры : 12.4 м ширина x 34.0 м длина x 3.0 м глубина x 2 резервуара
- 3) Насос возврата воды : $11.0 \text{ м}^3/\text{мин}$ x 17 м x 55 кВт x 2 (1 для резерва)
- 4) Насос для дренажа ила : $2.2 \text{ м}^3/\text{мин}$ x 6 м x 5.5 кВт x 2 (1 для резерва)

ii) Иловые уплотнители

Иловые уплотнители – это сооружения, принимающие осажденный в отстойном бассейне ил и интенсивно его концентрирующие. Выработка ила приблизительно

составляет около 15% общей производительности. Уплотнители снабжены дренажными трубами, оборудованием по подаче ила и дренажу надосадочной жидкости, скребками и илоотводным насосом.

- 1) Загрузка : 20 кг-обезвоженного ила/сут
- 2) Размеры : 18.0 м диаметр x 3.5 м глубина x 2 установки
- 3) Емкость : 1,780 м³ (890 м³ x 2 установки, глубина воды 3.5 м)
- 4) Насос илоотвода : 1.3 м³/мин x 6 м x 3.7 кВт x 2 (1 резервный)

iii) Иловые площадки

Иловые площадки – это сооружения для высушивания поступающего с уплотнителей ила. Площадки оборудованы водоотводным устройством для ускорения процесса высушивания.

- 1) Загрузка : 20 кг-обезвоженного ила/м²/сут
- 2) Размеры : 20.0 м ширина x 45.0 м длина x 1.65 м глубина x 6 площадок
- 3) Площадь : 5,400 м² (900м² x 6 площадок, глубина воды 1.0 м)

iv) Кековая площадка

Кековая площадка – это сооружение по временному хранению высушенного ила, поступающего с иловых площадок, способное хранить ил в течение одного года.

- 1) Размеры : 20.0 м ширина x 30.0 м длина x 1 установка
- 2) Емкость : 212 м³/год

v) Резервуар очищенных стоков

Резервуар очищенных стоков необходим для накопления надосадочной жидкости из илоуплотнителей и иловой площадки. Из резервуара очищенных стоков дренажные воды насосами подаются в дренажный трубопровод.

- 1) Размеры : 11.8 м ширина x 34.5 м длина x 3.0 м глубина x 2 установки
- 2) Емкость : 1,000 м³/ед.
- 3) Насос : 1.3 м³/мин x 8 м x 3.7 кВт x 2 (1 в резерве)

(10) Работы по прокладке труб на территории НФС

Внутренние трубы на территории НФС являются продолжением подземных труб для подачи воды в различные пункты назначения НФС, приблизительные данные по этим трубам указаны в таблице:

	Диаметр	Длина
	75 - 1600 мм	5,350 м

(11) Помещение с распределительными насосами

На существующей насосной станции находится восемь распределительных насосов для питьевой воды. Из них два насоса использовались до недавнего времени для распределения технической воды, а теперь питьевой воды в связи с ростом потребления питьевой воды. Тип насосов – горизонтальные центробежные насосы с двойным всасыванием.

На основании состояния существующих насосов и водопотребления, рекомендуется применение группирования насосов в целях переменной и надежной эксплуатации.

В ответ на рекомендацию Исследовательской Группы, АСА запросило подготовить следующие спецификации для новых распределительных насосов:

- 1) Тип : Горизонтальный центробежный насос с двойным всасыванием (сухого типа)
- 2) Большой : Производительность: 66.7 м³/мин (4,000 м³/час)
(№ 4 и 7) Количество: 2 ед.
Малый : Производительность: 41.7 м³/мин (2,500 м³/час)
(№ 8) Количество: 1 ед.
- 3) Напор : 55.0 м

(12) Административные сооружения

і) Административное здание

Административное здание, которое является центральным зданием НФС, представляет собой трех этажное железобетонное сооружение. Основная часть сооружения – это диспетчерская, лаборатория, комната электрооборудования, главный офис, включая комнату директора, комната служебного персонала, служебные помещения, комната для собраний и другие помещения. Здание будет снабжено соединительным коридором между вторым этажом и отстойным резервуаром для удобства проведения ежедневных работ по техническому обслуживанию.

- 1) Общая площадь : 2,430 ²
- 2) Размеры
1-ый этаж : 15.0 м ширина x 54.0 м длина

2-ой этаж	:	15.0 м ширина x 54.0 м длина
3-ий этаж	:	15.0 м ширина x 54.0 м длина

ii) Система безопасности и ограждение

Существующее ограждение захватывает всю территорию НФС. Однако в некоторых участках необходима замена ограждения, вследствие его износа. В данном проекте предусмотрена замена лицевой части ограждения вместе с главными воротами и входом. Существующие ворота будут заменены для предохранения от неразрешенного доступа и для регистрации номеров подъезжающей техники. Общая длина ограждения, подлежащего замене, составляет приблизительно 770 м.

Для обеспечения охраны на входе в НФС будет установлен контрольно-пропускной пункт. Освещение и система сообщения будет подключена к общей системе НФС. Для эффективности контроля за посетителями, техническим персоналом и доставкой расходного материала будет предусмотрен только один вход. Хотя, это не совсем удобно с точки зрения санитарно-гигиенических норм, так как для вывоза опасных химикатов не предусматривается отдельный вход, но с точки зрения безопасности и охраны оборудования общественного водоснабжения, эти неудобства неизбежны.

Размеры пропускного пункта представлены ниже:

- 1) Общая площадь : 24м²
- 2) Размеры : 4м x 6м

iii) Дорога на территории НФС

На территории НФС будет проложена асфальтированная дорога после строительства новой НФС, а так же работы по прокладке труб на территории, включая действующую насосно-фильтровальную станцию, тоже будут включены. Ширина дороги будет от 6м до 4м, и общая площадь прокладки дороги составит 14 000 м². L-образный лоток будет предусмотрен для дренажа ливневых вод.

iv) Растительные насаждения

По возможности необходимо будет пересадить существующие зеленые насаждения, так как они будут помехой во время строительства новой НФС.

(13) Распределительные трубопроводы

Существующее положение трубопроводной системы, сосредоточенной вне существующих распределительной насосной станции, затруднено по причине работ,

связанных с проведением повторных ремонтно-восстановительных мероприятий, включая мероприятия по ее расширению. В дополнение к существующей усугубленной ситуации, требуется установка нового распределительного трубопровода до территории нового Правительственного Центра. Пользуясь возможностью, связанной с реализацией проекта, рекомендуется прояснить сложившуюся сложную ситуацию относительно организации трубопроводов посредством внедрения новых магистральных трубопроводов для соединения существующих распределительных трубопроводов, как показано на Рисунке 5.3.3.

Порядок проведения работ, связанных с сетью трубопроводов, должен быть тщательно изучен для обеспечения минимального вмешательства в систему водоснабжения. Предварительный порядок реализации работ следующий:

- 1) строительство новой подстанции по подаче электроэнергии и устранение существующей подстанции по подаче электроэнергии;
- 2) строительство нового магистрального трубопровода – 1;
- 3) замена новых насосов (№ 7 и 8).
- 4) соединение насосов (№ 6, 7 и 8) с магистральным трубопроводом - 1. Во время выполнения этих работ, водоснабжение будет обеспечиваться за счет насосов №1 – 5.
- 5) соединение существующих распределительных трубопроводов с магистральным трубопроводом –2 по порядку с северной стороны. Во время выполнения этих работ, предусматривается функционирование насосных агрегатов № 6, 7 и 8;
- 6) замена насоса № 4 и соединение насоса № 1 - 5 с магистральным трубопроводом –1 после выполнения работ, связанных с соединением существующих распределительных трубопроводов с магистральным трубопроводом.

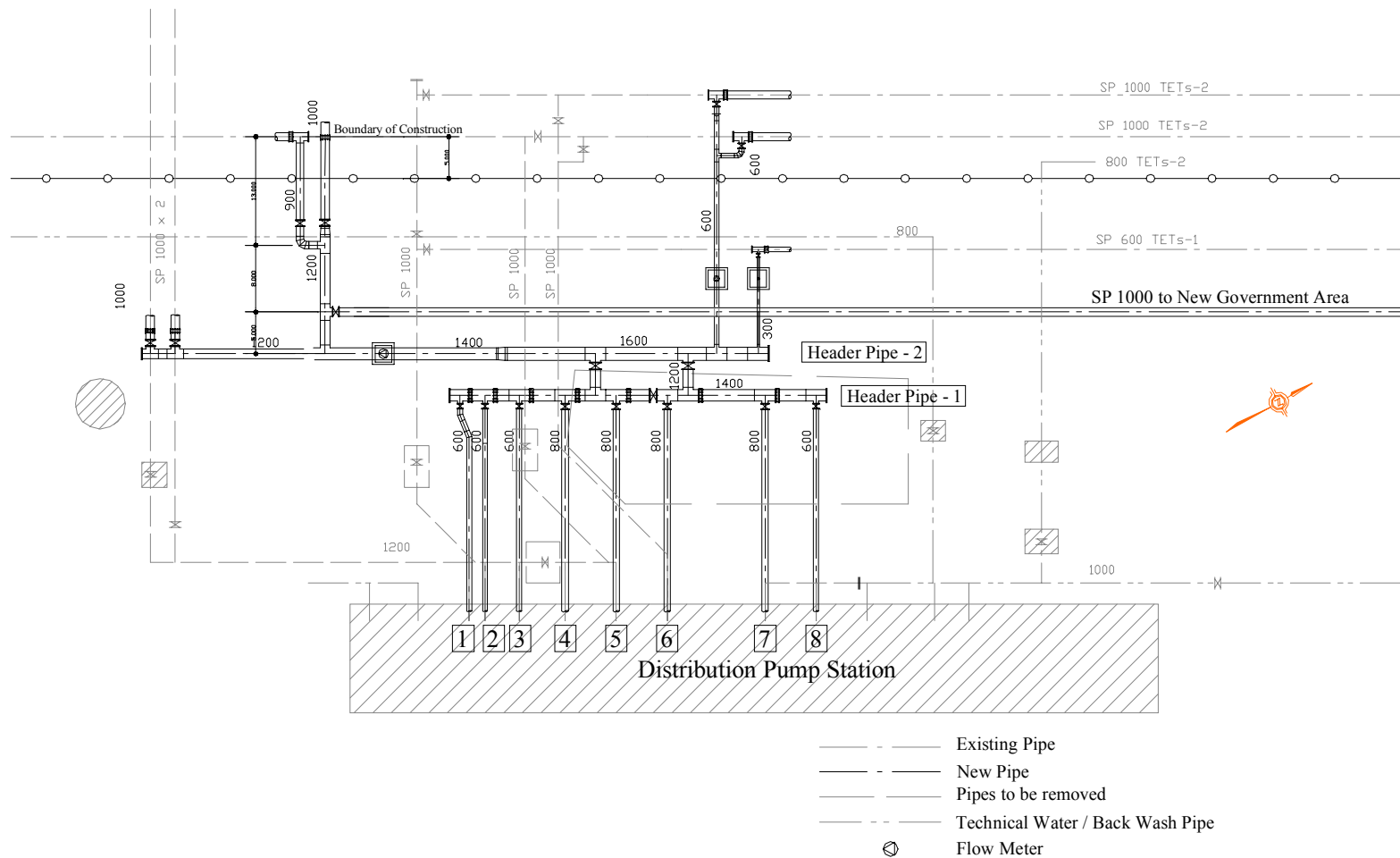


Рисунок 5.3.3 Соединение с распределительными трубопроводами

5.4 Распределительное устройство

5.4.1 Распределительный магистральный трубопровод до территории нового Правительственного центра

Акиматом города Астаны была предоставлена трасса распределительного магистрального трубопровода, который соединит НФС с новым Правительственным центром, как показано на Рисунке 5.4.1.

Согласно первоначальному плану магистральный водовод должен быть проложен до территории нового Правительственного центра, расположенного на левом берегу реки Ишим. Однако вдоль части участка данного водовода проводится строительство новой дороги, и уже прокладывается трубопровод под дорогой. По этой причине Акимат г. Астаны обратился с просьбой запроектировать от НФС только 5.6 км нового распределительного трубопровода диаметром 1000 мм.

5.4.2 Участки, подлежащие реконструкции

В ТЭО протяженность трубопроводов, подлежащих реконструкции, составила приблизительно 100 км на основании года строительства согласно перечню существующих трубопроводов. Однако после ТЭО АСА уже осуществило реконструкцию многих трубопроводов и запланировало замену некоторых участков до начала Проекта. В этой связи АСА предоставило уточненный перечень трубопроводов, подлежащих реконструкции в порядке первоочередности. На Рисунке 5.4.2 показано месторасположение труб, подлежащих замене согласно вышеупомянутого перечня, а в Таблице 5.4.1 представлен краткий обзор общей протяженности труб, подлежащих реконструкции.

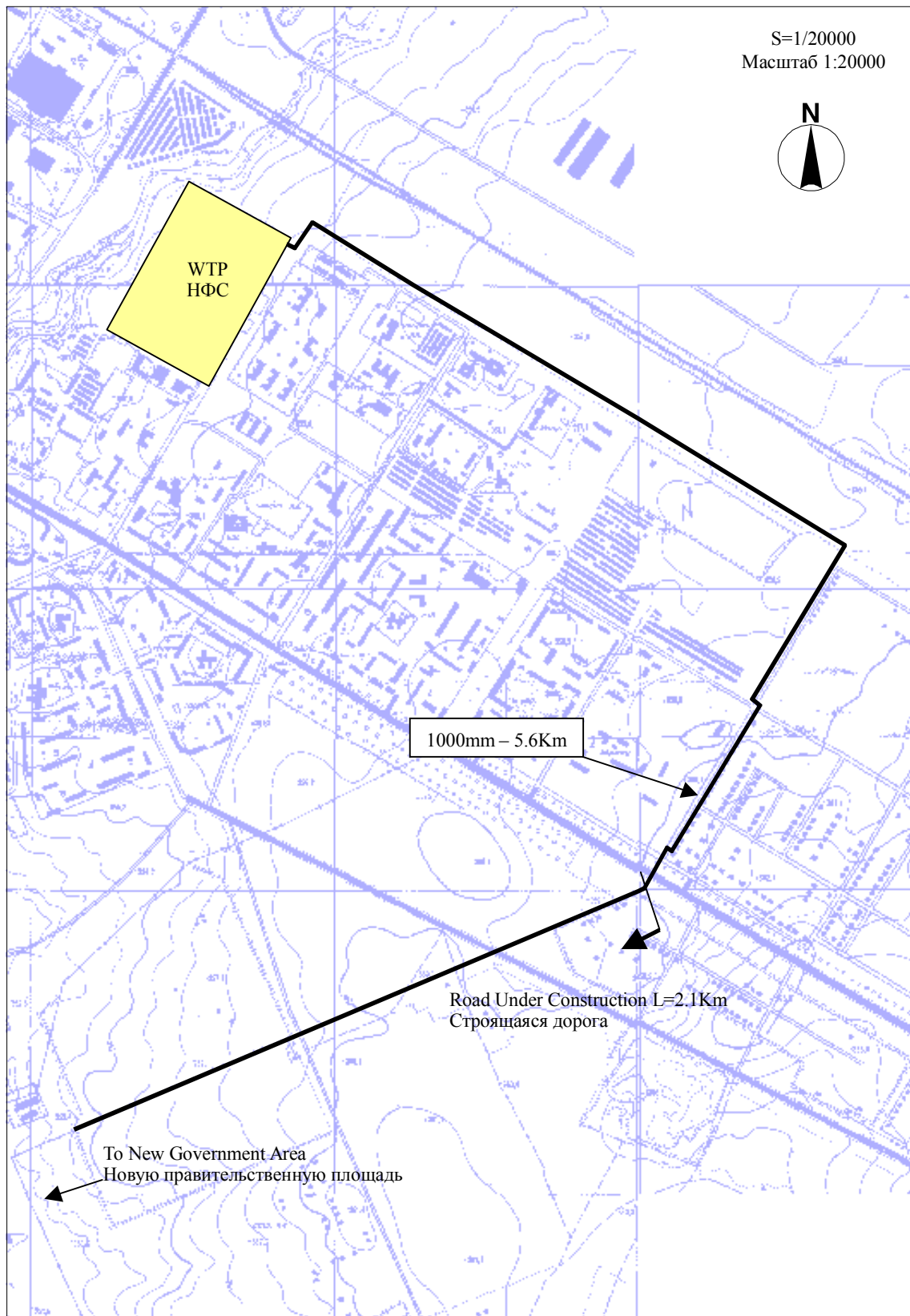


Рисунок 5.4.1 План распределительного водовода до нового Правительственного Центра

S=1/70000
Масштаб 1:70000



Рисунок 5.4.2 Расположение труб, подлежащих замене

Таблица 5.4.1 Протяженность трубопроводов, подлежащих замене

Диаметр (мм)	Протяженность (м)
100	448
150	1,606
200	9,603
250	1,571
300	29,693
400	24,364
500	5,258
600	12,897
700	8,300
800	3,882
900	2,258
1000	197
Total	100,077

5.4.3 Критерии проектирования

Критерии проектирования основаны на СНиП Республики Казахстан, международных и японских стандартах. Были определены следующие критерии, подлежащие дальнейшему применению при проектировании.

(1) Гидравлическое уравнение

Применено тоже уравнение для гидравлического расчета трубопровода, которое использовалось для гидравлического расчета в отношении водовода подачи сырой воды, т.е. формула Назена-Вильема, где значение C равно 110.

(2) Рабочее давление (Согласно СНиП: 4.01-02-2001)

В ТЭО рекомендуется подавать воду напрямую в пятиэтажные дома. Таким образом, потребуется давление равное 26 м с учетом следующих расчетов:

1 этаж: более 10 м

Высота первого этажа = +4

Давление на 5-ый этаж: более 10 м + 4 х 4 м = более 26 м

(3) Максимальное статическое давление (Согласно СНиП: 4.01-02-2001)

Максимальное статическое давление составляет 60 м.

(4) Отметка дна трубопровода

Отметка дна трубопровода должна быть идентична отметке дна водовода подачи сырой воды.

(5) Выбор материала трубопроводов

Использование труб из асбестового цемента прекратилось в 1966 году, а с 1998 года началось применение полиэтиленовых труб небольшого диаметра. В целом, наблюдается использование в большей степени стальных труб, чем труб из ковкого чугуна из-за легкости при сборке стальных труб на строительной площадке. Однако, в Японии и других развитых странах использование труб из ковкого чугуна наиболее распространено чем использование стальных труб в отношении трубопроводов среднего диаметра, что повышает уровень надежности и продолжительности их эксплуатации.

Выбор материала для труб сделан с учетом предложений, выработанных на стадии ТЭО, основанных на сравнительном анализе нескольких материалов для труб:

- КЧ (ковкий чугун) для труб диаметром менее или равным 800 мм;
- С (сталь) для труб диаметром более или равным 900 мм.

Однако в ходе обсуждений с представителями АСА на начальной стадии рабочего проекта, была выражена просьба с их стороны относительно применения труб из стеклопластика.

В результате рассмотрения выраженной просьбы, было предложено использование следующих материалов.

В соответствии с разделом 8.21 СНиПа 4.01-02-2001, водопроводные трубы должны быть неметаллическими, к примеру, трубы, изготовленные из железобетона, асбоцемента и пластика. Применение же металлических труб должно быть обосновано.

Также сказано о том, что стальные трубы следует применять в случае (i) высокого внутреннего давления (1.5 МПа), (ii) дюкерного перехода и пересечения железной дороги, и (iii) пересечения коллекторов.

Это можно интерпретировать как применение металлических труб на значимых участках и использование неметаллических труб на менее важных участках прохождения трубопровода, учитывая то, что стоимость металлических труб выше стоимости неметаллических. В городах водопроводы прокладываются под дорогой с применением железобетонных и стальных труб с учетом значимости общественного

коммунального сооружения и инфраструктуры города. Главным образом, в г. Астане наблюдается применение труб из ковкого чугуна и стали в отношении водоводов подачи сырой воды и распределительных трубопроводов. Следовательно, приходим к выводу о допустимости применения стальных труб согласно СНиП, однако, требуется обоснование использования металлических труб с технических и экономических точек зрения. Более того, в СНиПе приводятся конкретные случаи применения металлических труб. На фоне применения металлических труб наблюдается достаточно редкое использование труб из стеклопластика для подачи воды в силу их более низкой степени надежности в сравнении с металлическими трубами.

Принимая во внимание результаты исследования трубопроводов, проведенного на стадии ТЭО, предлагается в отношении магистральных трубопроводов использовать трубы из ковкого чугуна, тогда как стальные трубы будут применены при диаметре 900 мм и более с учетом технических и экономических аспектов согласно требованиям СНиП.

(6) Пересечение реки

Дюкер по сравнению с открытой конструкцией, такой как надземный трубопроводный мост, является более приемлемым вариантом обеспечения пересечения реки трубопроводом с учетом холодной погоды в городе Астане. Главные трубопроводы, обеспеченные бетонными кожухами, прокладываются с применением метода открытого котлована.

(7) Пересечение железной дороги

Основной трубопровод будет обеспечен кожухом, установка которого будет осуществляться методом вдавливания перед прокладкой пересекающей трубы. Как основная труба, так и кожух будут изготовлены из стали согласно СНиП.

После обсуждения с работниками Управления железной дороги было принято решение о двух методах прокладки трубопроводов в кожухах: (i) методом вдавливания и (ii) методом открытого котлована.

(8) Дополнительные трубопроводные устройства

1) Стопорный клапан

Применимыми типами стопорного клапана являются клапан типа клинкета и дроссельные клапаны.

Основные характеристики клинкета и дроссельного клапана, применяемые в качестве шлюзного стопора представлены ниже:

- Клинкет широко применим в качестве затворного устройства для открытия и закрытия, так как они являются относительно недорогими и обеспечивают соответствующий позитивный эффект затвора. Более большие по размеру клинкеты даже при низком давлении подвергаются большим нагрузкам, находясь в закрытом положении. В таких случаях возможно использование редукторных операторов и небольших обводных задвижек.
- Дроссельные клапаны широко используются как при низких, так и высоких давлениях. При больших размерах они значительно дешевле, более компактны, просты в управлении и менее подвержены износу в сравнении с клинкетом. Однако они не пригодны при транспортировке жидкостей, содержащих твердые вещества, которые могут помешать их полному закрытию.
- Что касается длины и высоты, то дроссельные клапаны меньше по всем размерам. Требуемое место для дроссельного клапана в конструкции, такой как клапанный люк или камера меньше по сравнению с местом, необходимым для клинкета.
- Что касается стоимости, то цены на затворные клапаны диаметром 300 мм и более в основном выше цен на дроссельные клапаны.

Принимая во внимание вышеизложенное, был сделан вывод, что в качестве стопорных клапанов диаметром 300 мм и более следует применять дроссельные клапаны, тогда как затворные клапаны следует использовать при диаметре менее 300 мм.

2) Воздушный клапан

Воздушный клапан необходим на высоких точках продольного профиля трубопровода для выпуска отделенного и собравшегося воздуха из воды, а также для выпуска воздуха, когда трубопровод заполнен водой. Этот клапан выполняет функцию устройства по отсосу воздуха в момент дренажа воды по трубопроводу, что необходимо при строительстве или выполнении прочих работ.

Существует два типа воздушных клапанов широко используемых в системе водоснабжения. Это воздушные клапаны с одним и двумя отверстиями. Выбор типа должен зависеть от диаметра трубы и назначения воздушного клапана, как указано выше, однако для распределительной сети рекомендуются следующие типы воздушных

клапанов:

- диаметр основной трубы 300 мм и более: клапан с двумя отверстиями;
- диаметр основной трубы менее 300 мм: клапан с одним отверстием.

3) Дренажные сооружения

Для дренирования воды из трубопровода необходимо оборудовать трубопровод спускной трубой в низшей точке продольного профиля. Предусмотрено обеспечение распределительных трубопроводов дренажными сооружениями в соответствии со следующими стандартами АСА:

Диаметр основного трубопровода (мм)	Диаметр дренажной трубы (мм)
100 - 150	50
200 - 250	80
300 - 400	100
500 и более	150

5.4.4 Установка трубопроводов

(1) Материалы труб

Раздел 5.4.3 (5) посвящен выбору материалов для труб, а также содержит соответствующие предложения, представленные ниже:

- КЧ (ковкий чугун) для труб диаметром менее или равным 800 мм;
- С (сталь) для труб диаметром более или равным 900 мм.

(2) Соединение труб

(i) Трубы из ковкого чугуна

Существует три типа широко используемых соединений труб из ковкого чугуна, такие как раструбный, механических и фланцевый. Раструбные и механические соединения имеют схожий соединительный механизм, предусматривающий вставление раструбного конца в раструб с резиновой набивкой без уплотнения сальника при механическом соединении. Механическое соединение превосходит раструбное соединение в отношении обеспечения более надежной герметичности при повреждении, вызванном во время соединения, т.е. за счет прокладки резиновой набивки и затягивания нажимных болтов сальника, а также выравнивания трубопровода, однако, несмотря на

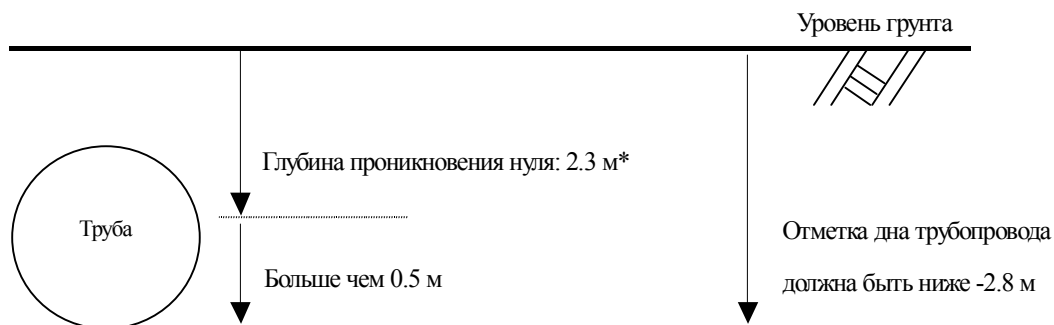
это, в странах наблюдается широкое применение раструбного соединения труб. В сравнении с механическим соединением, раструбное соединение требует меньше времени на осуществление соединения и его стоимость включает стоимость материала трубы и установки. Механическое соединение по стоимости приблизительно на 10% больше чем стоимость раструбного соединения. С другой стороны, основной объем утечек из труб из ковкого чугуна был отмечен на соединениях в связи с недостаточным затягиванием нажимных болтов сальников ввиду того, что канал или обезвоживание или установка были выполнены некачественно. В дополнение, следует отметить, что глубина раструба вдоль длины нахлестки одним концом трубопровода другого больше по сравнению с механическим соединением, а также гарантирует меньшую степень возникновения утечек в отличие от механического соединения в том случае, если потребуется передвижение соединенного трубопровода. Фланцевое соединение является соединением, исключаящим как нахлестку, так и прямое соединение посредством сварки (расплавки). Фланцевое соединение уязвимо к передвижению соединенных труб. Таким образом, фланцевые соединения используются только в местах прочного закрепления трубопровода, таких как клапанные камеры. В связи с этим, предлагается соединение чугунных труб с помощью муфтового или втулочного соединений.

(ii) Стальные трубы (СТ)

По проекту предусматривается использование стальных труб при диаметре 900 мм и более. Предложено соединение стальных труб сваркой, так как оно является наиболее надежным. Сварка будет осуществляться изнутри труб.

(3) Отметка дна трубопровода

В отчете по эскизному проектированию указано, что отметка дна трубопровода сосредоточена на уровне ниже 3.0 м при температуре проникновения температуры 0°C на глубину 2.5 м. Однако в ходе обсуждений с инженерами АСА было выяснено, что глубина проникновения температуры 0°C составляет 2.3 м вместо 2.5 м. Из этого следует, что отметка дна трубопровода должна быть ниже уровня 2.8 м, как показано на рисунке ниже:



* город Астана расположен в зоне, где максимальная глубина нулевой изотермы равна 230 см.

Примечание: пункт 8.42 СНиПа 4.01-02-2001 «ВОДОСНАБЖЕНИЕ, НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ» и Справочному пособию к СНиП «СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ»

Рисунок 5.4.3 Отметка дна трубопровода

(4) Упорный подшипника

Несбалансированные ударные силы происходят при изменении направления потока, например, в изгибах (горизонтальных и вертикальных), тройниках, местах сужения, тупиках, а также в местах закрытых задвижек. Реактивные силы для сбалансирования ударных сил обеспечиваются за счет бетонных упорных подшипников или ограничиваются посредством специального сальника (ограничительного соединения).

Бетонные блоки обеспечивают сопротивление ударным силам за счет сопротивления грунта и трения между бетоном и грунтом. Пассивное давление грунта эффективно для горизонтальных и вертикальных восходящих изгибов, тогда как несущее сопротивление эффективно для нисходящих вертикальных изгибов. Подземные условия классифицируются по нескольким категориям в соответствии с условиями грунта и грунтовых вод, наблюдаемых вдоль трасс трубопроводов. Таким образом, что касается упорных подшипников, то приняты типичные виды со стандартными размерами.

Размеры упорных подшипников определены для обеспечения минимального фактора безопасности 1.5 на фоне несбалансированных сил с испытательным давлением 10 бар (100 м). Размер несущей площади определен с учетом обеспечения минимального фактора безопасности 3 на фоне опорного значения.

(5) Принципиальный метод реконструкции существующего трубопровода

Работы по реконструкции трубопроводной сети предусматривают замену существующих труб новыми и расширение трубопроводной сети посредством установки новых распределительных трубопроводов. Метод осуществления замены

существующих трубопроводов следующий:

- a. определение соответствующей длины трубопровода, подлежащей реконструкции, и исследование существующего трубопровода в отношении всех имеющихся труб с разветвлениями и дополнительных элементов трубопровода;
- b. установка новой трубы параллельно существующему участку трубопровода, подлежащему реконструкции;
- c. обеспечение новой трубы патрубками, включая дополнительные элементы, необходимые для трубопровода для подсоединения к существующим разветвленным трубам;
- d. тестирование новой трубы с помощью давления и промывки;
- e. извлечение участка существующего трубопровода, подлежащего замене, и подсоединение новой трубы;
- f. обрезание существующих труб с разветвлениями и подсоединение новых труб с разветвлениями согласно пункту (ii);
- g. наполнение нового трубопровода водой и выявление наличие утечек в месте подсоединения;
- h. закупорка отверстий существующей трубы и полное выведение ее из эксплуатации.

(6) Дюкера и переходы через реку

Согласно СНиП в местах пересечения следует обеспечить две трубопроводных линии. Все трубы как главный трубопровод, так и кожух должны быть изготовлены из стали и соединены методом сварки.

В результате обсуждений с соответствующими агентствами были приняты решения по дюкерным переходам и пересечениям через железные дороги, которые приведены в Таблице 5.4.2.

Таблица 5.4.2 Сводка трубопроводных пересечений

№ пересечения	Основной трубопровод	Труба-кожух	Длина	Метод установки обсадной трубы
А. пересечение железных дорог трубопроводами				
1	диа. 300 мм x 2 линии	диа. 500 мм x 2 линии	40 м x 2 линии	открытый котлован, W239
2	диа. 300 мм x 2 линии	диа. 500 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W239
3	диа. 200 мм x 2 линии	диа. 500 мм x 2 линии	60 м x 2 линии	вдавливание, W240
4	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	35 м x 2 линии	открытый котлован, W241
5	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	25 м x 2 линии	открытый котлован, W241
6	диа. 200 мм x 2 линии	диа. 400 мм x 2 линии	25 м x 2 линии	открытый котлован, W244
7	диа. 300 мм x 2 линии	диа. 500 мм x 2 линии	40 м x 2 линии	открытый котлован, W244
8	диа. 300 мм x 2 линии	диа. 500 мм x 2 линии	30 м x 2 линии	открытый котлован, W244
9	диа. 300 мм x 2 линии	диа. 500 мм x 2 линии	15 м x 2 линии	открытый котлован, W244
10	диа. 300 мм x 2 линии	диа. 700 мм x 2 линии	120 м x 2 линии	вдавливание, W245
11	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W246
12	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	45 м x 2 линии	открытый котлован, W246
13	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W247
14	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W247
15	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W247
16	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W247
17	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W247
18	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	12 м x 2 линии	открытый котлован, W247
19	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	17 м x 2 линии	открытый котлован, W259
20	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	15 м x 2 линии	открытый котлован, W259
21	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 600 мм x 2 линии	50 м x 2 линии	открытый котлован, W259
22	диа. 400 мм x 2 линии	диа. 700 мм x 2 линии	100 м x 2 линии	вдавливание, W259
В. Дюкерный переход				
1	диа. 300 мм x 2 линии	бетонный кожух	30 м x 2 линии	открытый котлован, участок W228
2	диа. 700 мм x 2 линии	бетонный кожух	30 м x 2 линии	открытый котлован, участок W234
3	диа. 300 мм x 2 линии	бетонный кожух	20 м x 2 линии	открытый котлован, участок W245
4	диа. 900 мм x 2 линии	бетонный кожух	140 м x 2 линии	открытый котлован, участок W249
5	диа. 900 мм x 2 линии	бетонный кожух	70 м x 2 линии	открытый котлован, участок W249
6	диа. 600 мм x 2 линии	бетонный кожух	280 м x 2 линии	открытый котлован, участок W250
7	диа. 1000 мм x 1 линии	бетонный кожух	100 м x 1 линии	открытый котлован, участок W258

(7) Меры по предотвращению коррозии**(i) Коррозионная активность грунта**

Трубы из ковкого чугуна и стали используются в существующей системе транспортировки сырой воды и распределительных трубопроводов. Для определения требований к покрытию труб было проведено геотехническое исследование на предмет коррозионной активности грунта.

Исследование проводилось с учетом американских государственных стандартов по полиэтиленовому покрытию для труб из серого и ковкого чугуна для транспортировки воды и других жидкостей, ANSI A21.5 (AWWA C105), которые обуславливают следующие пять свойств грунта: 1) сопротивление грунта, 2) значение pH, 3) окислительно-восстановительный потенциал, 4) содержание влаги, и 5) содержание сульфида, как показано в нижеследующей таблице:

Таблица 5.4.3 Оценка коррозионной активности грунта (ANSI A 21.5/ AWWA C 105)

Свойство	Измеренная величина	Балл
Сопротивление грунта (Ω -см)	Менее чем 700	10
	700 – 1000	8
	1000 – 1200	5
	1200 – 1500	2
	1500 – 2000	1
	Более чем 2000	0
Значение pH	0- 2	5
	2 – 4	3
	4 - 6.5	0
	6.5 - 7.5	0*
	7.5 - 8.5	0
	более чем 8.5	3
Окислительно-восстановительный потенциал (мВ)	Более чем 100	0
	50 – 100	3.5
	0 – 50	4
	менее чем 0	5
Содержание влаги	Плохой дренаж и постоянная влажность	2
	Достаточный дренаж и, как правило, влажный	1
	Хороший дренаж и, как правило, сухой	0
Содержание сульфида	Позитивно	3.5
	Небольшое количество	2
	Негативно	0

Примечание: Если обнаружены сульфиды низкие или негативные, а также получены результаты по окислительно-восстановительному потенциалу, в таком случае ставится три балла по этому диапазону.

Баллы были определены согласно измеренным величинам этих свойств. Таким образом, рекомендуется обеспечить защиту от коррозионной активности в случае, если в общей сложности количество баллов составит 10 и более.

В Таблице 5.4.4 представлены результаты по исследованию грунта.

Таблица 5.4.4 Тенденция к коррозионной активности грунта

№ пробы	1		2		3		4		5	
	Величина	Балл	Величина	Балл	Величина	Балл	Величина	Балл	Величина	Балл
Содержание влаги	Влажный	1	Влажный	1	Сухой	0	Влажный	1	Влажный	1
Степень сопротивления (Ω -см)	55	10	275	10	920	8	140	10	140	10
pH	7.7	0	8.2	0	7.7	0	8.6	3	8.0	0
Окислительно-восстановительный потенциал (мВ)	273	0	359	0	470	0	466	0	457	0
Содержание сульфида*		3.5		3.5		3.5		3.5		3.5
Итого баллов		14.5		14.5		11.5		17.5		14.5

(ii) Контроль коррозии труб из ковкого чугуна

Трубы из ковкого чугуна содержат кремний, углерод и многие другие элементы по сравнению со стальными трубами. Сопротивление коррозии труб из ковкого чугуна является высоким, как и сопротивление труб из серого чугуна. Объем коррозии меньше по сравнению со стальными трубами.

Из-за высокой тенденции коррозионной активности грунта, рекомендуется обеспечение защиты от коррозии за счет использования метода полиэтиленовой оплетки. Полиэтиленовая оплетка легка в применении, выгодна с экономической точки зрения и эффективна.

Более того, так как ковкий чугун обладает достаточной высоким электрическим сопротивлением, он является устойчивым по отношению к коррозии, вызываемой блуждающим током. Помимо этого, трубы из ковкого чугуна и соединительная арматура соединяются резиновой прокладкой, что говорит об их электрической изоляции. Также они относительно защищены от коррозии, вызываемой блуждающим током.

(iii) Контроль коррозионной активности стальных труб

Следует провести тщательное изучение в отношении контроля коррозии стальных труб. Утечки существующего трубопровода, главным образом, вызваны коррозией материала.

Трубы должны быть защищены пластиковым материалом (полиуретан или полиэтилен), которому отдается предпочтение при обеспечении контроля над коррозией вместо битумного материала, такого как асфальт. Среднее сопротивление пластикового покрытия

составляет $5000\Omega\cdot\text{м}^2$, что выше при сравнении с битумным покрытием ($1000\Omega\cdot\text{м}^2$).

Однако, одного пластикового покрытия недостаточно там, где требуется еще принятие мер против блуждающего тока. Блуждающий ток часто наблюдается возле железных дорог или столбах высоковольтных линий электропередачи. Таким образом, в таких местах следует обеспечить контроль над электрокоррозией (т.е. принять метод катодной защиты), т.е. в предлагаемых местах пересечения железной дороги трубопроводами.

Существует два метода по контролю над электрокоррозией, таких как система катодной защиты путем подаваемого тока и гальваническая анодная система. Сравнение этих двух методов приведено в Таблице 5.4.5. В дополнение, система катодной защиты путем подаваемого тока применяется только в отношении существующего водовода подачи сырой воды системы водоснабжения.

Таблица 5.4.5 Сравнение систем по контролю над электрокоррозией (метод катодной защиты путем подаваемого тока)

	Гальваническая анодная система	Система катодной защиты путем подаваемого тока
Зона действия	Ограниченная	Большая
Первоначальная стоимость	Низкие затраты в случае небольшой протяженности	Относительно высокие затраты Количество станций (пунктов) в случае небольшой протяженности
Текущий контроль	Трудный	Легкий
Обслуживание	Большое количество станций (пунктов), быстрое потребление электрода.	Легкое благодаря нерастворимому электроду
Прочее	Неумеренного контроля не наблюдается	Эффективный по отношению к коррозии, вызываемой блуждающим током

Участки стального трубопровода, запланированные в рамках этого проекта, являются частью как водовода подачи сырой воды, так и магистрального трубопровода, которые большие по диаметру и протяженности. Судя по характеристике обоих методов, для упомянутых трубопроводов рекомендуется применение системы катодной защиты путем подаваемого тока на специфических участках, таких как места пересечения железных дорог или места, прилегающие к столбам высоковольтных линий электропередачи, которые подлежат детальному исследованию до прокладки стальных труб.

В основном, в отношении стальных труб предусмотрено пластиковое покрытие. Однако в местах наличия блуждающего тока следует предусмотреть катодную защиту за счет

системы катодной защиты путем подаваемого тока для стальных труб.

5.4.5 Гидравлический анализ сети

Для определения надлежащего диаметра трубопроводов был выполнен анализ перспективной трубопроводной сети. Ниже представлены основные критерии анализа и результаты данного анализа:

(1) Основные условия

1) Сеть трубопроводов

Сеть трубопроводов, подлежащих анализу, состоит из существующих реконструированных трубопроводов и трубопроводов на территории нового Правительственного центра, рассмотренного в Генеральном плане.

2) Максимальная суточная норма водопотребления

Норма водопотребления рассматривалась в Генеральном плане. Анализ сети выполнен с учетом данных по водопотреблению, приведенных в Генеральном плане. В Таблице 5.4.6 приводится максимальная суточная норма водопотребления по каждому району на основании данных Генерального плана.

Таблица 5.4.6 Максимальная суточная норма водопотребления по районам (м³/сут)

Район	2010	2020	2030
Жилой район 1	964	2,208	3,719
Жилой район 2	4,822	7,652	10,990
Жилой район 3	12,266	16,534	20,048
Жилой район 4А	16,833	21,850	24,311
Жилой район 4В	775	11,265	12,651
Жилой район 5	8,344	10,752	12,078
Жилой район 6	8,964	11,316	12,728
Жилой район 7	16,718	19,885	22,369
Жилой район 8	6,599	7,554	8,484
Жилой район 9	6,251	7,155	8,037
Жилой район 10	1,243	2,698	3,030
Жилой район 11	844	1,736	14,918
Жилой район 12	3,496	4,002	4,494
Жилой район 13	8,994	10,962	11,553
Жилой район 14	6,369	13,235	20,576
Жилой район 15	0	3,794	4,959
Жилой район 16	91	5,015	11,340
Жилой район 17	12,670	16,989	19,082
Жилой район 18	0	6,963	7,821
Жилой район 19	0	4,395	4,936
Центральный промрайон	4,941	6,607	6,740
Северный промышленный район	3,941	5,309	5,522
Промрайон – Станция № 40	2,453	2,841	3,123
Западный промышленный район	509	594	614
Планировочный район I	0	0	0
Планировочный район II	0	0	0
Планировочный район III	0	0	0
Планировочный район IV	80	155	218
Планировочный район V	825	945	1,060
Планировочный район VI	369	262	364
Планировочный район VII	554	852	1,112
Планировочный район VIII	0	0	0
Планировочный район IX	0	0	0
Итого (1)	129,915	203,525	256,877
ТЭЦ-1	4,938	5,928	5,928
ТЭЦ-2	37,947	37,947	38,895
Итого (2)	42,885	43,875	44,823
Всего	172 800	247 400	301 700

Источник: Заключительный отчет по Генплану, Том III: ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ, Июнь 2001г., Таблица F.3.1

На Рисунке 5.4.4 отражена сеть трубопроводов на 2030 г., тогда как Рисунок 5.4.5 показывает трубопроводную сеть и районы, представленные в Таблице 5.4.6.

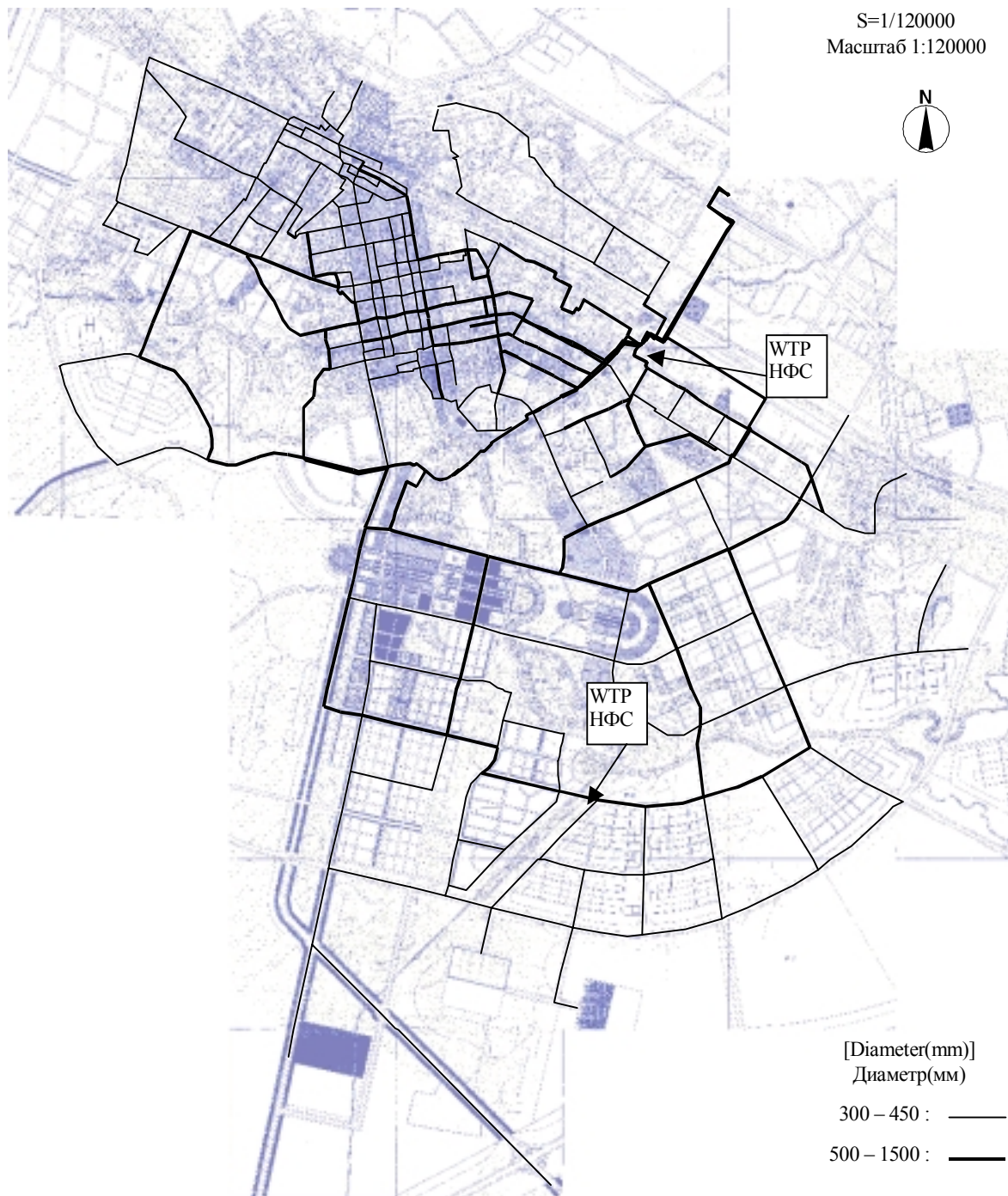


Рисунок 5.4.4 Водопровод на 2030

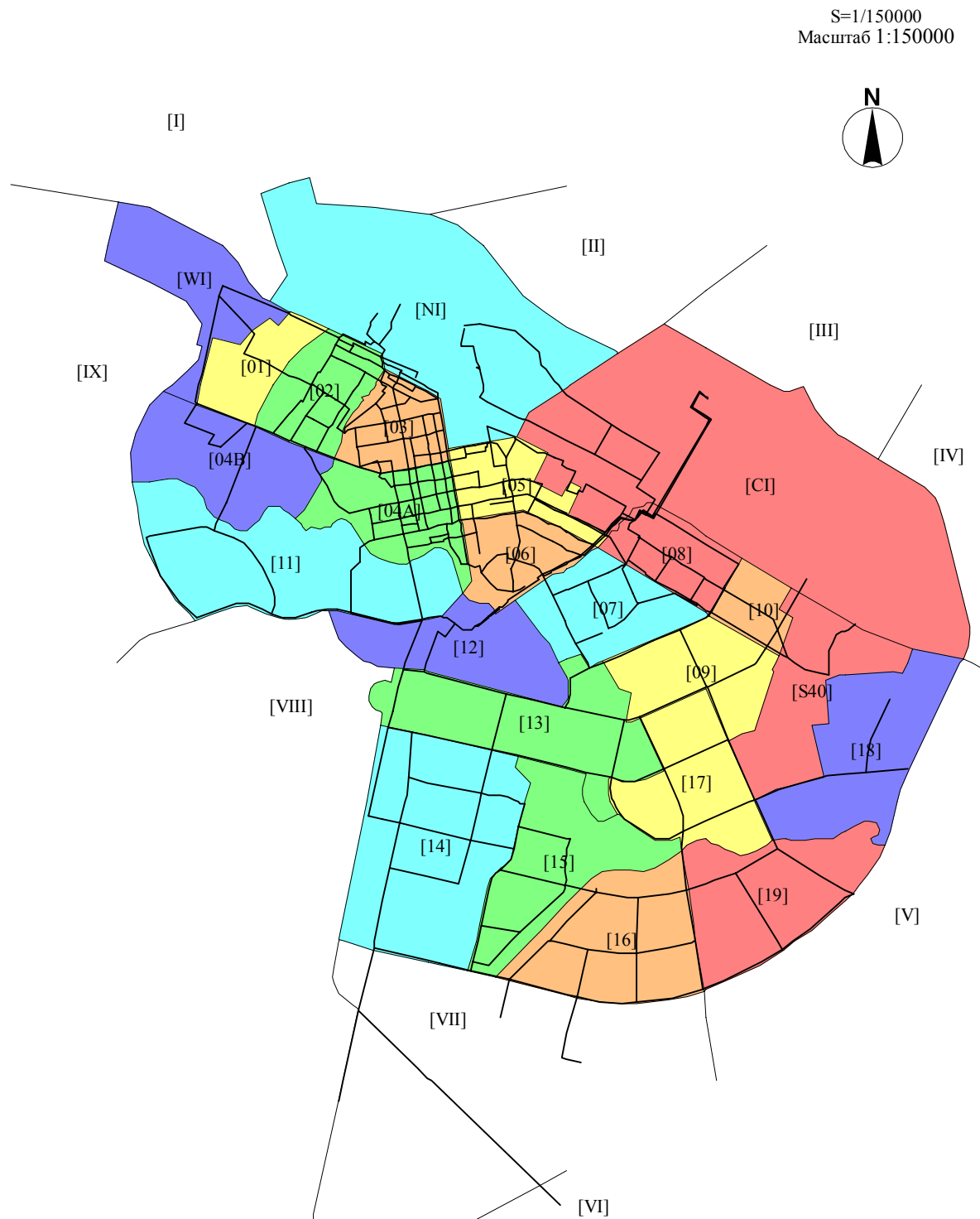


Рисунок 5.4.5 Районы и водопроводы

3) Почасовой пик-фактор (согласно Генеральному плану)

Вода для хозяйственно-бытовых нужд, для коммерческих

и промышленных предприятий = 1,4

ТЭЦ = 1,1

4) Вода для пожаротушения

Нижеприведенный объем воды был добавлен к максимальной суточной норме водопотребления в качестве объема воды, необходимого для пожаротушения, согласно требованиям СНиП.

3 пожарных гидранта x 95(л/с) = 285 (л/с) (Население: 800 000 чел.)

5) Уровень воды на НФС

В Таблице 5.4.7 приводятся уровни воды в резервуарах на НФС, принятые для гидравлического анализа с учетом эксплуатации существующей НФС.

Таблица 5.4.7 Уровень воды на НФС (м)

НФС	2010	2020	2030
Существующее и расширенное сооружение	402,00м	402,00м	402,00м
Новая станция (на перспективу)	-	408,00м	408,00м

Кроме того, существующие повысительные насосные станции не принимаются в расчет при анализе трубопроводной сети в связи с их неэффективностью в отношении уровня воды в трубопроводной сети. Это касается непосредственно подкачки воды из трубопроводной сети для подачи определенным пользователям, неподключенным к сети.

(2) Результаты анализа

В результате гидравлического анализа сети в рамках вышеупомянутых основных критериев был предложен надлежащий диаметр реконструированных трубопроводов для обеспечения достаточного рабочего давления.

1) Максимальное часовое потребление

В Таблице 5.4.8 приводятся данные по расходу на НФС и эффективному напору в трубопроводах.

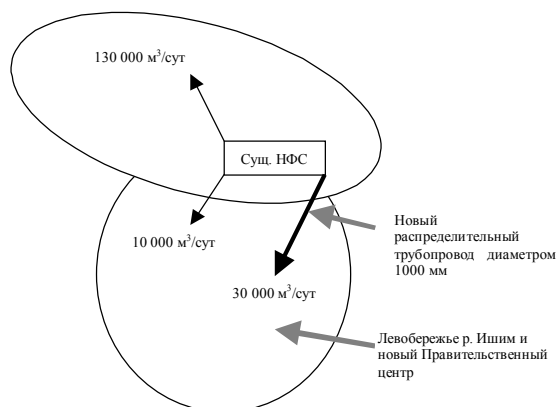
Таблица 5.4.8 Расход на каждой НФС и эффективный напор в трубопроводах

		2010 г.	2020 г.	2030 г.
Расход (л/сек)	Сущ. НФС	2,651.1	2,240.3	2,831.5
	Новая НФС	-	1,616.2	1,901.5
	Итого	2,651.1	3,856.5	4,733.0
Эффективный напор (м)	Максимальный	56.9	58.0	57.9
	Средний	48.9	49.7	48.7
	Минимальный	26.1	28.2	27.7

Ниже приводится схематический план распределения воды на каждый год:

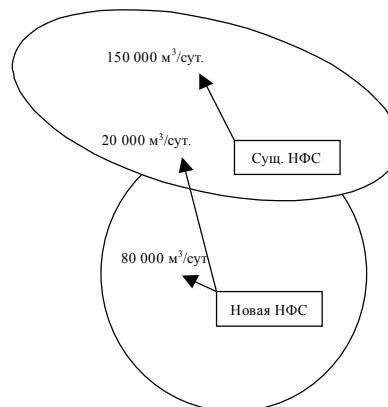
- 2010:

Общий ежедневный максимальный спрос = 170000 м³/сут.(1968 л/сек).
 Вся территория обслуживания обеспечивается водой существующей НФС, включая предложенные в качестве расширения сооружения. Левобережье р. Ишим и территория нового Правительственного центра главным образом обеспечивается водой новым распределительным трубопроводом.



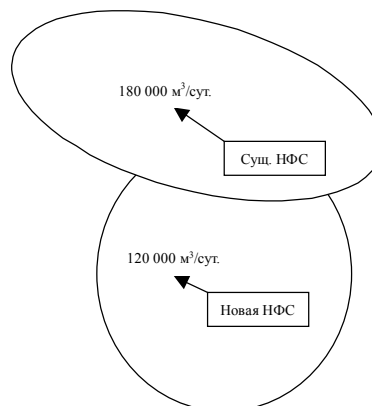
- 2020:

Общий ежедневный максимальный спрос = 250000 м³/сут. (2894 л/сек)
 Существующая территория обслуживания обеспечивается водой существующей НФС и новой НФС, а левобережье р. Ишим и территория нового Правительственного центра обеспечиваются водой новой НФС.



- 2030:

Общий ежедневный максимальный спрос = 300000 м³/сут. (3472 л/сек)
 Существующая территория обслуживания обеспечивается водой, главным образом, существующей НФС,



а левобережье р. Ишим и территория нового Правительственного центра обеспечиваются водой новой НФС.

План распределительной сети на 2010, 2020 и 2030 г.г. представлен на Рисунках 5.4.6, 5.4.7 и 5.4.8 соответственно.

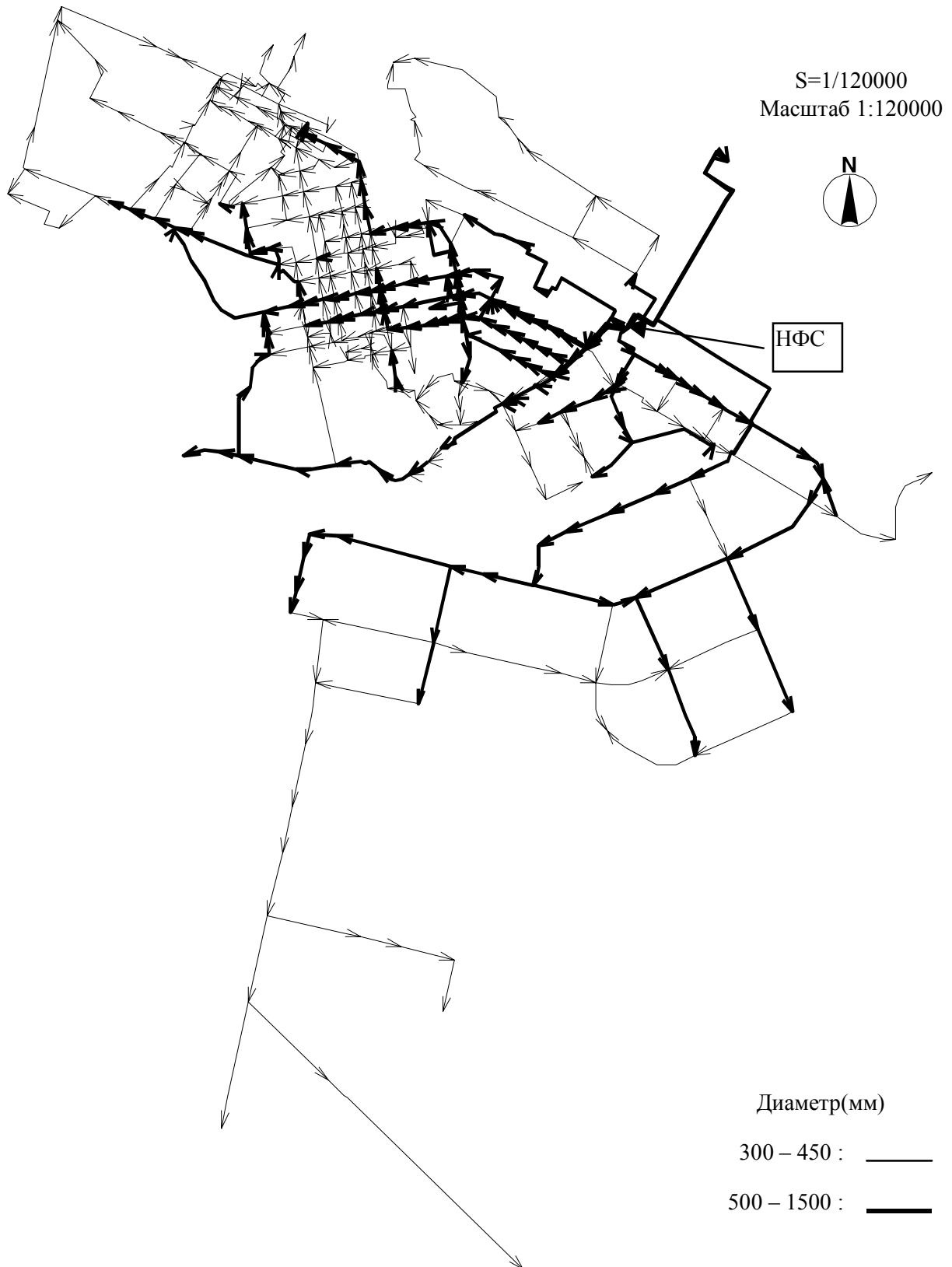


Рисунок 5.4.6 Схема водопроводных сетей на 2010 г.

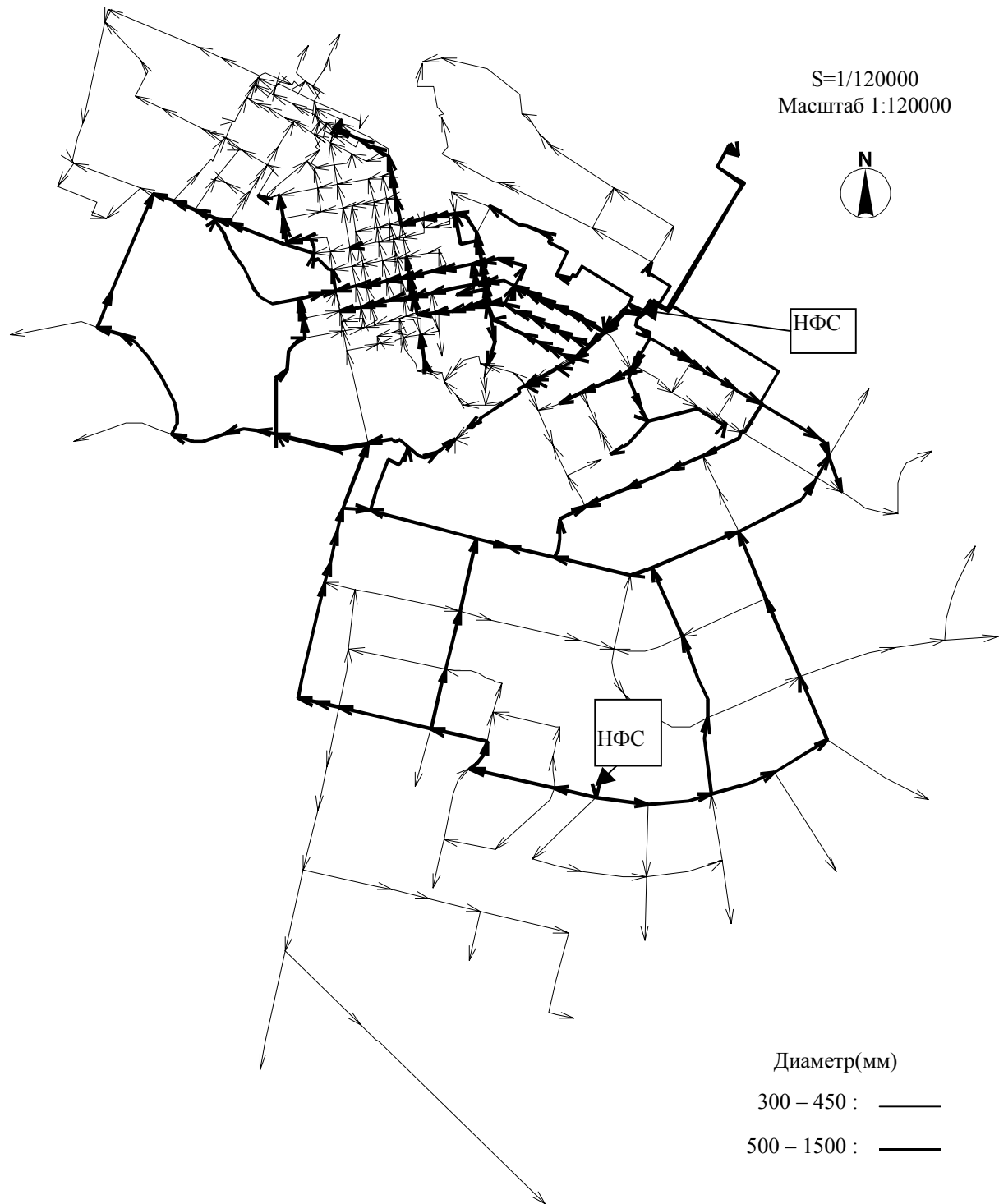


Рисунок 5.4.7 Схема водопроводных сетей на 2020 г.

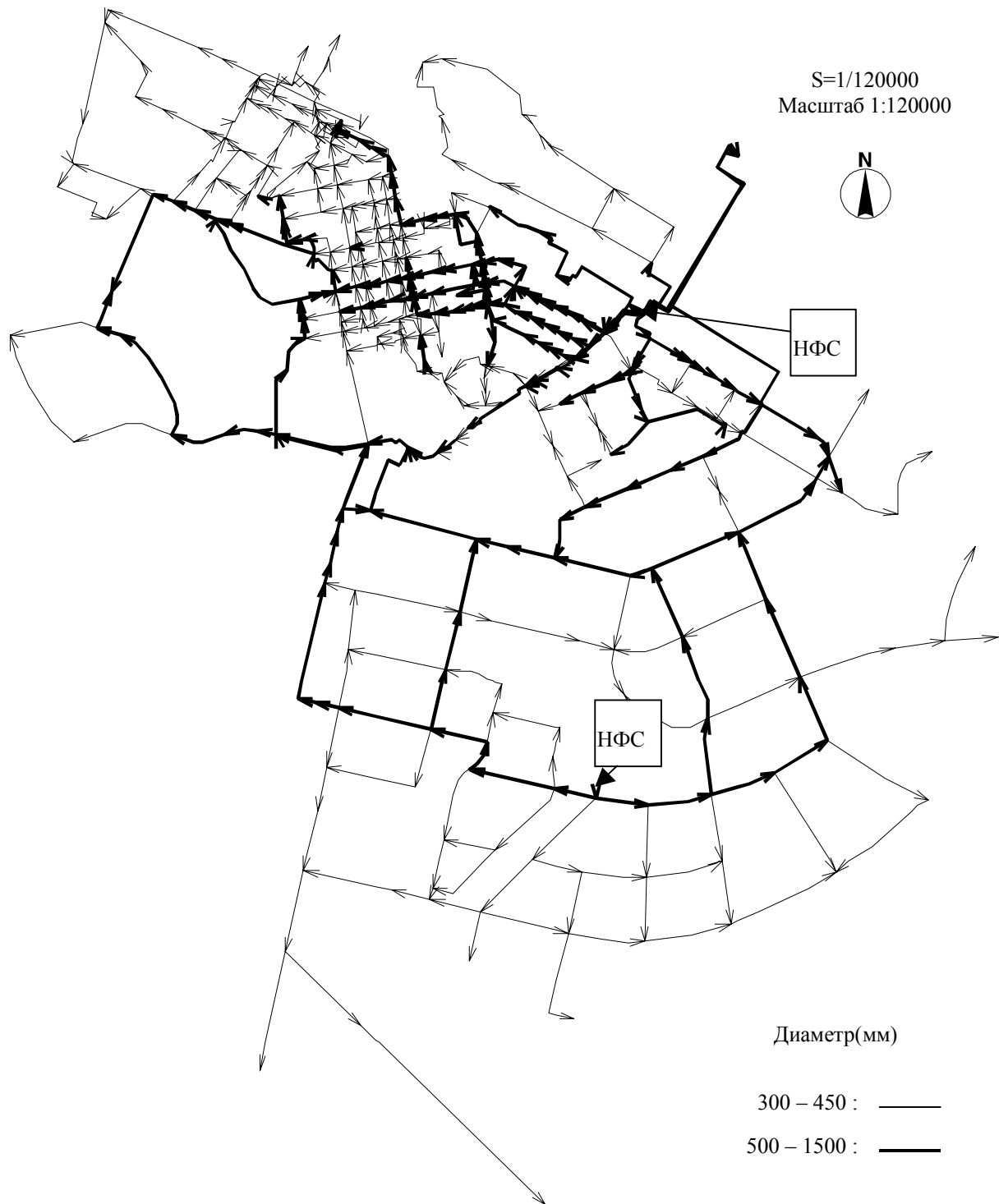


Рисунок 5.4.8 Схема водопроводных сетей на 2030 г.

2) Пожаротушение

На Рисунке 5.4.9 изображена схема трубопроводной сети с учетом системы пожаротушения на 2030 г. В результате проведенного анализа обеспечен эффективный минимальный напор 27.5 м.

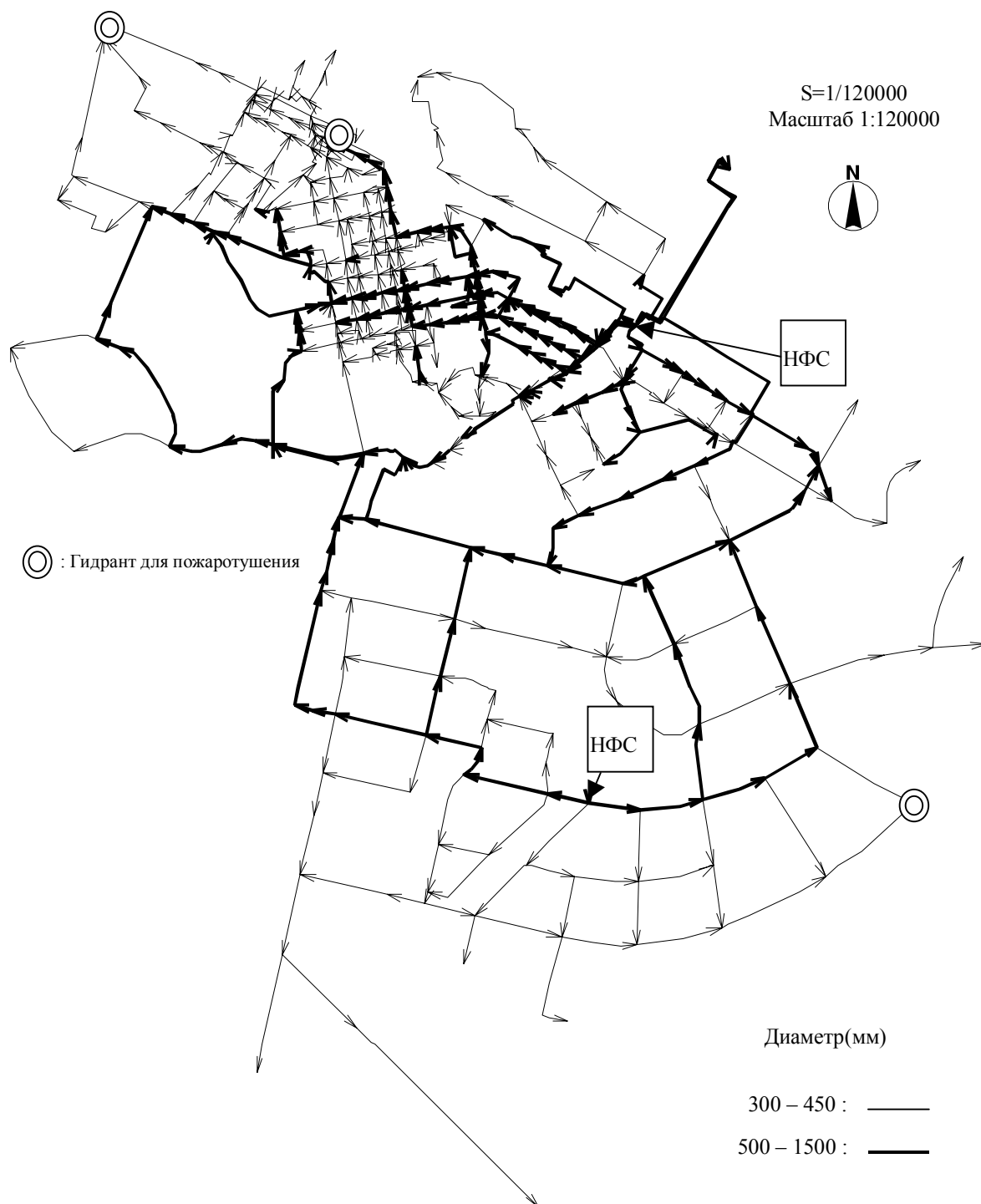


Рисунок 5.4.9 Схема водопроводных сетей с учетом системы пожаротушения на 2030 г.