

Стандарт организации

Инженерные сети зданий и сооружений внутренние

ПОВЫСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ВОДО-  
СНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения, требования к  
результатам работ

ССНО

Проект, первая редакция

---

Некоммерческое партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кон-  
диционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике  
"Северо-Западный Межрегиональный Центр"

Москва \_\_\_\_\_

## Предисловие

- |   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
| 1 | РАЗРАБОТАН                          | Некоммерческое партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике "Северо-Западный Межрегиональный Центр" |
| 2 | ПРЕДСТАВЛЕН НА<br>УТВЕРЖДЕНИЕ       |   |
| 3 | УТВЕРЖДЕН<br>И ВВЕДЕН<br>В ДЕЙСТВИЕ | Решением Совета Национального объединения строителей от _____<br>№ _____<br>Решением Совета Национального объединения проектировщиков от _____<br>№ _____                   |
| 4 | ВВЕДЕН                              | ВПЕРВЫЕ   |

*Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей*

*Содержание*

	Стр.
Введение.....	VII
1 Область применения.....	10
2 Нормативные ссылки.....	10
3 Термины и определения, обозначения и сокращения.....	13
4 Общие требования.....	16
4.1 Внутренний водопровод. Системы водоснабжения зданий с ПНУ. Зонирование систем водоснабжения зданий.....	16
4.2 Насосы, применяемые в составе ПНУ. Основные параметры и классификационные требования.....	22
4.3 Схемы работы ПНУ, состав оборудования, компоновочные решения и конструкции.....	30
5 Правила проектирования систем водоснабжения жилых и общественных зданий с ПНУ. Состав проектной документации, контроль и согласования.....	33
5.1 Расчет систем водоснабжения зданий с ПНУ. Задача и методика расчета. Определение расчетных расходов и расчетных напоров воды.....	34
5.2 Подбор насосов. Определение типа установки (частное регулирование и параллельная работа). Вопросы Энергоэффективности при устройстве ПНУ.....	39
5.3 КИПиА и электротехнические устройства при использовании ПНУ.....	48
5.4 Размещение ПНУ. Вопросы контроля уровня звукового давления (шумность). Определение требований к разработке сопутствующих проектных решений.....	51

5.5	Разработка решений по применению ПНУ при реконструкции систем водоснабжения зданий. Параметрический аудит.....	52
....		
6	Правила монтажа ПНУ в системах водоснабжения жилых и общественных зданий, контроль в ходе выполнения работ.....	54
6.1	Общие и специальные требования к монтажу ПНУ в системах водоснабжения зданий.....	54
7	Правила выполнения, порядок проведения и контроль за пусконаладочными работами на ПНУ в системах водоснабжения жилых и общественных зданий.....	56
7.1	Состав и порядок проведения пусконаладочных работ ПНУ (МАНС).....	56
7.2	Требования к проведению испытаний. Акты по результатам испытаний.....	57
7.3	Исполнительная документация.....	58
7.4	Пусконаладочные работы в части электрооборудования ПНУ.....	58
7.5	Пусконаладочные работы в части автоматического управления, защитных систем, диспетчеризации (удаленного мониторинга) и др. вспомогательного оборудования.....	62
7.6	Пусконаладочные работы технологического оборудования (ПНУ).....	62
7.7	Контроль выполнения работ.....	63
8	Правила выполнения, порядок проведения и контроль ввода в эксплуатацию ПНУ в системах водоснабжения жилых и общественных зданий.....	65

9	Требования к трудовым и материально-техническим ресурсам при монтаже и наладке ПНУ.....	65
	9.1 Требования к трудовым ресурсам. Состав и квалификация персонала.....	65
	9.2 Основной инструмент и оборудование. Слесарный инструмент.....	66
	9.3 Средства измерений. Перечень контрольно-измерительных приборов, инструмента, инвентаря и приспособлений.....	66
	9.4 Принадлежности для страховки и такелажных работ.....	67
	9.5 Прочее оборудование, инструмент и вспомогательные материалы.....	67
	9.6 Контроль выполнения.....	68
10	Правила выполнения и контроль за техникой безопасного выполнения работ при монтаже и проектировании систем ПНУ....	68
	10.1 Нормативные документы, регламентирующие правила безопасности при организации и выполнении работ. Противопожарная безопасность при монтаже и наладке ПНУ....	68
	10.2 Действия представителей монтажных организаций в случае возникновения опасных условий в зоне работ, вызывающих угрозу жизни и здоровья людей. Указания по применению индивидуальных средств защиты.....	69
	10.3 Инструктаж персонала. Порядок и сроки оформления документов.....	72
	10.4 Контроль выполнения.....	74
Приложение А	(справочное) Параллельная и последовательная работа насосов.....	76

Приложение Б	(справочное) Параметры и условия эксплуатации стандартного МАНС.....	77
Приложение В	(рекомендованное) Общая характеристика насосов для повышения напора/давления в СХВ зданий (ДПЭ) (на примере производственной программы Грундфос).....	78
Приложение Г	(рекомендованное) Методы регулирования рабочих параметров насоса.....	79
Приложение Д	(рекомендованное) Управление работой контроллера (пример).....	81
Приложение Е	(рекомендованное) Порядок наладки МАНС.....	88
Приложение Ж	(обязательное) Значение параметров (коэффициентов $\alpha$ и расходов воды на пожаротушение) для расчетов расходов воды в системе внутреннего водопровода зданий.....	90
Приложение З	(обязательное) Форма акта об окончании пусконаладочных работ.....	95
Приложение И	(обязательное) Форма акта технической готовности.....	97
Приложение К	(обязательное) Форма акта индивидуальных испытаний.....	102
Приложение Л	(справочное) Мобильный измерительный комплекс.....	103
Библиография.....		108

## **Введение**

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Программой стандартизации Национального объединения строителей и Национального объединения проектировщиков.

Целью разработки стандарта является установление правил выполнения и контроля за выполнением видов работ, влияющих на безопасность объектов капитального строительства, указанных в Перечне видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, согласно Приказу № 624 Минрегионразвития РФ от 30 декабря 2009 г.:

Стандарт разрабатывается впервые и не имеет аналогов среди международных и региональных стандартов.

Авторский коллектив: проф., докт. техн. наук А.М. Гримитлин (президент НП «СЗ Центр АВОК»), канд. техн. наук О.А. Штейнмиллер (ЗАО «Промэнерго»), проф., докт. техн. наук А.Н. Ким (СПб ГАСУ), К.Л. Тютин (ЗАО «Промэнерго»), П.Н. Горячев (ЗАО «Промэнерго»), А.С. Миронов (ЗАО «Промэнерго»), И.Н. Кибец (ЗАО «Промэнерго»), О.В. Спиридонова (ЗАО «Промэнерго»).

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

---

**Инженерные сети зданий и сооружений внутренние**

**ПОВЫСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ВОДО-  
СНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения, требования к  
результатам работ

Utility networks inside buildings and structures

Booster pumping stations in water supply systems in residential and public  
buildings. Design rules and installation, monitoring performance, the results of  
work requirements

---

## **1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт распространяется на повысительные насосные установки в системах водоснабжения жилых и общественных зданий.

1.2 Стандарт устанавливает общие правила проектирования, монтажа, испытаний, пусконаладки и сдачи в эксплуатацию повысительных насосных установок в системах водоснабжения жилых и общественных зданий.

1.3 Стандарт не распространяется на повысительные насосные установки, применяемые в высотных зданиях.

1.4 Методы контроля выполненных работ, указанные в разделах настоящего стандарта, носят рекомендательный характер.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на сле-



дующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 21.1101–2009 «СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации»

ГОСТ 27751–88 «Надежность строительных конструкций и оснований»

ГОСТ Р 53778–2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»

СП 6.3130.2013 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требование пожарной безопасности»

СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия. Общие положения»

СП 22.13330.2011 «СНиП 2.02.01–83 Основания зданий и сооружений»

СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05–87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками»

СП 28.13330.2012 «СНиП 2.03.11–85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 30.13330.2012 «СНиП 2.04.01–85\* Внутренний водопровод и канализация зданий»

СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02–84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»

СП 40–102–2000 «Проектирование и монтаж трубопроводных систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования»

СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04–87\* Административные и бытовые здания»

СП 45.13330.2012 «СНиП 3.02.01–87 Земляные сооружения, основания и фундаменты»

СП 48.13330.2011 «СНиП 12–01–2004 Организация строительства»

СП 49.13330.2010 «СНиП 12–03–2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СП 51.13330.2011 «СНиП 23–03–2003 Защита от шума»

СП 61.13330.2012 «СНиП 41–03–2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

СП 63.13330.2012 «СНиП 52–01–2003 Бетонные и железобетонные конструкции»

СП 118.13330.2012 «СНиП 31–06–2009 Общественные здания и сооружения»

СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

СНиП 3.01.04–87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения»

СНиП 3.05.04–85\* «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

СНиП 3.05.05–84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы»

СНиП 3.05.06–85 «Электротехнические устройства»

СНиП 3.05.07–85 «Системы автоматизации»

СНиП 12–04–2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»

ВСН 329–78 «Инструкция по технике безопасности при монтаже и наладке приборов контроля и средств автоматизации»

ВСН 361–85 «Установка технологического оборудования на фундаментах»

ВСН 394–78 «Инструкция по монтажу компрессоров и насосов»

ПУЭ «Правила устройства электроустановок»

Международные стандарты качества (ИСО–9000, ИСО–9001)

СТО НОСТРОЙ 1.0–2010 «Система стандартизации Национального объединения строителей. Основные положения»

СТО НОСТРОЙ 1.1–2010 «Система стандартизации Национального объединения строителей. Стандарты Национального объединения строителей»

СТО НОСТРОЙ 2.15.3–2011 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем отопления, горячего и холодного водоснабжения. Общие технические требования»

СТО НОСТРОЙ 2.15.8–2011 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем локального управления. Монтаж, испытание и наладка. Требования, правила и методы контроля»

Р НОСТРОЙ 2.15.1–2011 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Рекомендации по устройству внутренних трубопроводных систем водоснабжения канализации и противопожарной безопасности, в том числе с применением полимерных труб»

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен, актуализирован), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться заменяющим (измененным, актуализированным) нормативным документом. Если ссылочный нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 Термины и определения, обозначения и сокращения**

3.1 В настоящих рекомендациях применены термины в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации [1], СП 30.13330.2012, а также следующие термины с соответствующими опреде-

лениями:

**3.1.1 внутренний водопровод (водоснабжение):** Система трубопроводов и устройств, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, хозяйственно-питьевым водопроводам, пожарным кранам и технологическому оборудованию, обслуживающая одно здание или группу зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от сети водопровода населенного пункта или промышленного предприятия.

[СП 30.13330.2012, пункт 1.4]

**3.1.2 водоотведение:** Система трубопроводов и устройств в объеме, ограниченном наружными поверхностями ограждающих конструкций и выпусками до первого смотрового колодца, обеспечивающая отведение сточных вод от санитарно-технических приборов и технологического оборудования и при необходимости локальными очистными сооружениями, а также дождевых и талых вод в сеть канализации соответствующего назначения населенного пункта или промышленного предприятия

[СП 30.13330.2012, пункт 1.4].

**3.1.3 динамический насос:** насос, в котором жидкость движется под действием силы в камере постоянного объема, сообщающейся с подводящими и отводящими устройствами.

**3.1.4 магистральный трубопровод**— трубопроводы и отводы от них диаметром до 1420 мм включительно с избыточным давлением среды свыше 1,2 МПа (12 кгс/см<sup>2</sup>) до 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>), предназначенные для транспортирования углеводородов от места производства к месту потребления.

**3.1.5 модульная автоматическая насосная станция** – готовый к монтажу конструктивно законченный узел, представляющий собой в сборе группу технологически связанных насосов (объединенных общей трубопроводной обвязкой, включающей запорно-регулирующую арматуру и ограниченной входным и напорным коллекторами) и позволяющий по

своим массогабаритным характеристикам транспортировку к месту монтажа в сборе. Модульная автоматическая насосная станция так же учитывает в своем составе контрольно-измерительные приборы и шкаф (щит) управления.

**3.1.6 система водоснабжения:** Инженерные системы зданий и сооружений, обеспечивающие подачу потребителям холодной и горячей воды.

**3.1.7 характеристика (энергетическая характеристика) насоса:** графически выраженная зависимость основных энергетических показателей от подачи (при постоянной частоте вращения рабочего колеса, вязкости и плотности среды на входе в насос).

3.2 В стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

главный распределительный щит – ГРЩ

дома повышенной этажности – ДПЭ

коэффициент полезного действия – КПД

модульная автоматическая насосная станция – МАНС

мобильный измерительный комплекс – МИК

насосная станция – НС

повысительная насосная станция – ПНС

повысительная насосная установка – ПНУ

преобразователь частоты тока – ПЧТ

программируемый логический контроллер – ПЛК

противопожарный насос – ППН

система холодного водоснабжения – СХВ

стоимость жизненного цикла (Life Cycle Cost) – LCC

трубопровод высокого давления – ТВД

трубопровод низкого давления – ТНД

частотное регулирование электропривода – ЧРП

щит управления – ЩУ

## 4 Общие требования

### 4.1 Внутренний водопровод. Системы водоснабжения зданий с ПНУ. Зонирование систем водоснабжения зданий

4.1.1 Внутренняя водопроводная система состоит из ввода водопровода в здание, водомерного узла, ПНУ, распределительной сети трубопроводов (магистралей, стояков, разводов, подводок), запорной и водоразборной арматуры. В некоторых случаях водопроводная сеть здания оборудуется запасными и/или регулируемыми емкостями.

4.1.2 В зданиях в зависимости от их назначения, этажности, объема, а также местных условий (соотношения величины потребного напора  $H_{потр}$  для подачи воды к диктующей водоразборной арматуре и гарантированного напора  $H_{гар}$  в точке присоединения ввода к наружной водопроводной сети) проектируют следующие системы внутреннего водопровода: хозяйственно-питьевые; объединенные хозяйственно-противопожарные; отдельные хозяйственно-питьевые и противопожарные.

4.1.3 Системы внутреннего водопровода по типу сетей разделяются на два вида: тупиковые и кольцевые.

Тупиковые сети следует предусматривать проектом: в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве только одного ввода; в объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводах при числе внутренних пожарных кранов до 12.

Кольцевые сети следует предусматривать проектом при необходимости бесперебойного обеспечения потребителей водой, в том числе на нужды пожаротушения при числе пожарных кранов более 12. Для обеспечения непрерывности подачи воды кольцевая сеть обеспечивается не менее чем двумя водопроводными вводами (каждый из которых рассчитывается на 100 % пропуск расчетного расхода воды), которые должны присоединяться к различным участкам наружной кольцевой водопроводной сети, при этом внутренняя сеть может быть закольцованной этими вводами.

Если два ввода присоединяются к одному участку наружной сети, то они должны быть разделены на этом участке задвижкой ("разделительной задвижкой").

4.1.4 Однозонные системы водоснабжения проектируют при питании внутреннего водопровода здания непосредственно от наружного водопровода под действующим напором в нем при условии снабжения потребителей на верхнем этаже здания.

Гидростатический напор в системе хозяйственно-питьевого или хозяйственно-противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора не должен превышать 45 м [5].

4.1.5 Схемы однозонных систем внутренних водопроводов зданий с ПНУ (рисунок 1).

Рисунок 1-А – тупиковая система, которая может быть объединенной хозяйственно-противопожарной, или только хозяйственно-питьевой.

Рисунок 1-Б – объединенная хозяйственно-противопожарная система с закольцованными вводами, присоединенными к одной линии наружной кольцевой водопроводной сети. В зданиях высотой 6 этажей и более при объединенной системе хозяйственно-противопожарного водопровода пожарные стояки следует закольцевать сверху. В этой схеме на каждом вводе должна быть предусмотрена своя ПНУ, а самостоятельность каждого ввода, присоединенного к одной линии наружной кольцевой водопроводной сети, обеспечивается разделительной задвижкой 3 на этой линии.

Рисунок 1-В – раздельная хозяйственно-питьевая и противопожарная система с вводами, присоединенными к различным участкам наружной водопроводной сети. Такая схема принимается при расчетном давлении в сети противопожарного водопровода, превышающем 0,45 МПа, а также при давлении на вводе в здание, не обеспечивающим потребные напоры для хозяйственно-питьевых и/или противопожарных систем. Должны быть предусмотрены две группы насосов: ПНУ для хозяйствен-

но-питьевого водопровода и противопожарные насосы на двух независимых вводах.

Рисунок 1-Г – объединенная хозяйственно-противопожарная система с верхней магистральной разводкой и двумя вводами, присоединенными к различным участкам наружной сети, при этом каждый ввод должен быть снабжен ПНУ.

4.1.6 Для обеспечения сменности воды в зданиях необходимо предусматривать кольцевание противопожарных стояков с одним или несколькими водоразборными стояками с установкой запорной арматуры. Стояки отдельной системы противопожарного водопровода рекомендуется соединять перемычками с другими системами водопроводов при условии возможности соединения систем.

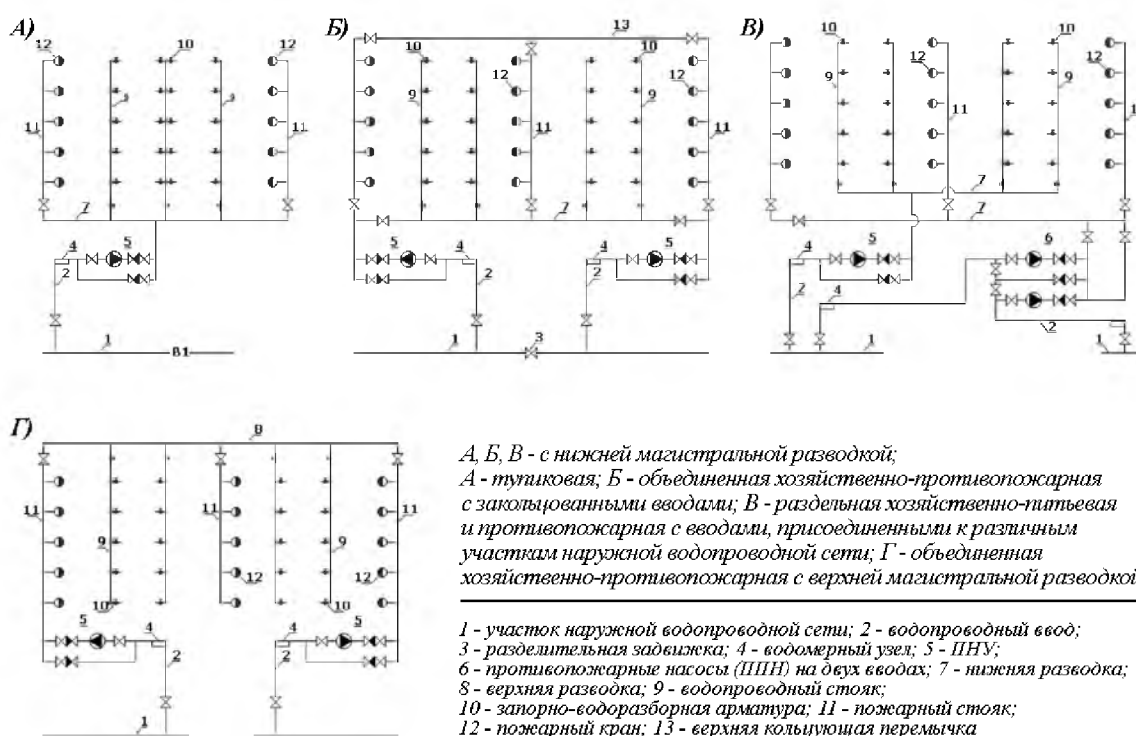


Рисунок 1 – Схемы однозонных внутренних водопроводов зданий с ПНУ

4.1.7 Зонирование систем водоснабжение. Для многоэтажных зданий (зданий повышенной этажности) необходимо зонирование систем водоснабжения – разделение водопровода на вертикальные зоны. Зонирование системы внутреннего водопровода применяют: при превышении до-



пустимых пределов гидростатического напора в системе, а также если по условиям работы системы требуется выделить в ней зоны, характеризующиеся особым режимом питания или задаваемыми величинами напоров.

4.1.8 В системе отдельного противопожарного водопровода величина гидростатического напора допускается до 90 м [5]. Поэтому для зданий повышенной этажности противопожарный водопровод проектируют однозонным.

4.1.9 Для максимального использования гарантированного напора городского водопровода, как правило, первую (нижнюю) зону следует проектировать по питанию непосредственно от наружной сети. Размеры последующих зон назначают в зависимости от величин допустимого давления в сети внутреннего водопровода.

4.1.10 Схемы зонных систем внутренних водопроводов зданий с ПНУ – рисунок 2.

4.1.11 Рисунок 2-А - объединенная хозяйственно-противопожарная система с закольцованными вводами, подобно схеме для однозонных систем на рисунке 1-Б. Нижняя зона питается непосредственно от наружного водопровода, требуемый напор этой зоны, соответствующий гарантированному напору в наружной сети, будет определяться условиями внутреннего пожаротушения I зоны. Исходя из этого число этажей I зоны может быть небольшим. Требуемый напор насосов ПНУ 5 будет определяться условиями внутреннего пожаротушения II зоны.

4.1.12 Двухзонные системы внутренних водопроводов, выполненные по обычной схеме (с отдельными хозяйственно-противопожарными разводными трубопроводами для каждой зоны), дороже однозонных систем по сметной стоимости.

4.1.13 Рисунок 2-Б – хозяйственно-противопожарная система, объединенная только для II зоны, с нижней разводкой магистральных трубопроводов. По этой схеме число этажей I зоны будет больше, чем по схеме 2-А при прочих равных условиях. По этой схеме предусмотрена одна

ПНУ, следовательно энергозатраты на перекачку воды, как правило, меньше по сравнению со схемой 2-А.

4.1.14 Рисунок 2-В – раздельная хозяйственно-питьевая и противопожарная система с вводами, присоединенными к различным участкам наружной водопроводной сети. Энергозатраты по этой схеме меньше по сравнению со схемами 2-А и 2-Б, так как они обусловлены главным образом работой ПНУ 5.

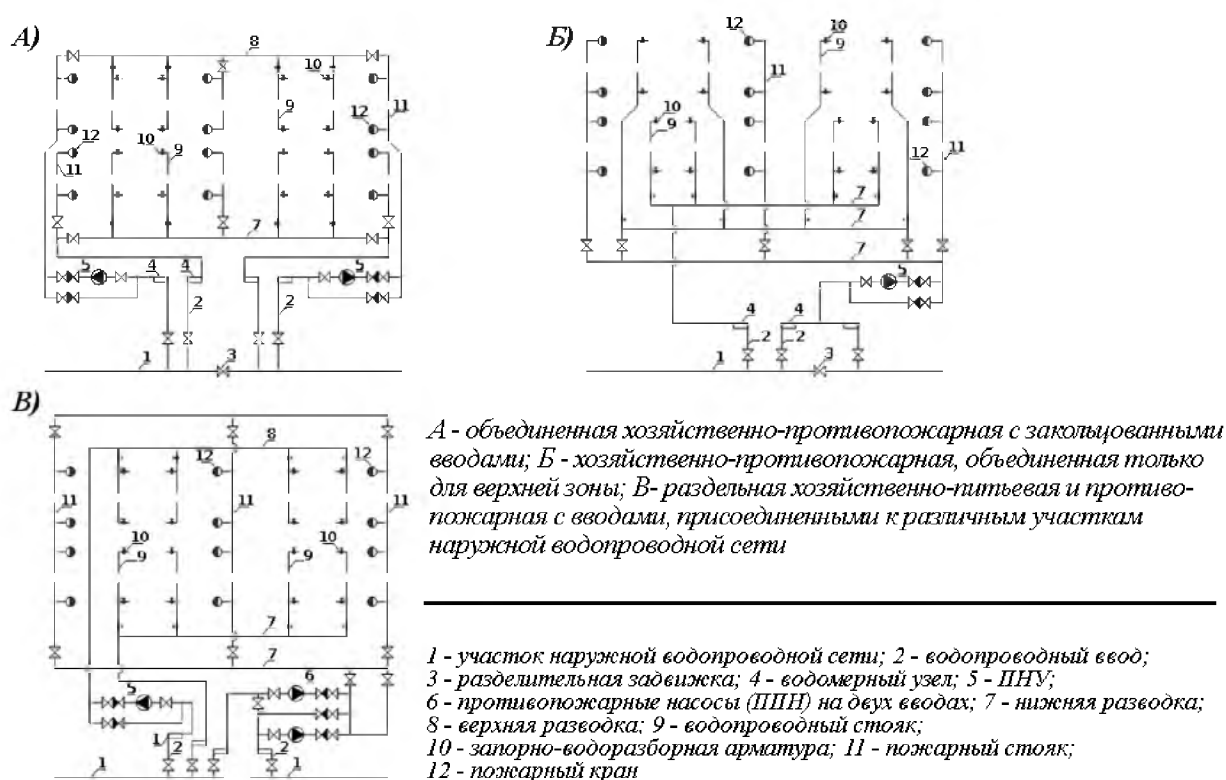


Рисунок 2 – Схемы зонных систем внутренних водопроводов зданий с ПНУ

4.1.15 Рисунок 3 – двухзонная схема водоснабжения здания, приемлемая, прежде всего, для секционных жилых зданий повышенной этажности (от 12 этажей и выше), так как в этих зданиях роль подающего трубопровода II зоны играет пожарный стояк. В такой схеме имеется два разводящих магистральных трубопровода, каждый из них служит для подачи воды в соответствующую зону. В трубопровод I зоны вода подается непосредственно из городского водопровода. Противопожарные насосы подключены к магистральному трубопроводу I зоны. К магистрали II зоны

подключены насосы, обеспечивающие в ней необходимое давление. Оба магистральных трубопровода соединены между собой перемычками с установленными на них обратными клапанами таким образом, что они могут пропускать воду только из I зоны во II зону. Сдвоенные пожарные стояки выполнены однозонными и присоединены к обоим магистралям. На подводке к этим стоякам от магистрали I зоны также установлен обратный клапан. Водоразборные стояки обеих зон подключены к соответствующим магистралям: у I зоны она с нижней разводкой, а у II зоны – с верхней. На присоединениях этих разводящих магистралей размещены регуляторы давления "после себя".

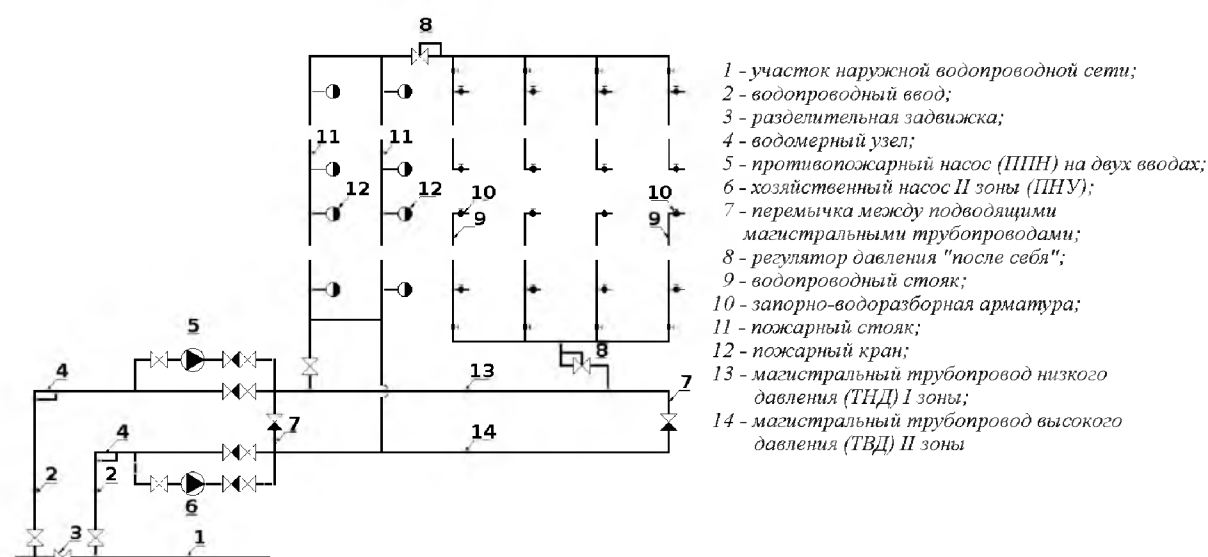


Рисунок 3 – Двухзонная схема водоснабжения здания

4.1.16 При водоразборе (в случае схемы водоснабжения согласно рисунку 3) давление в разводящей магистрали I зоны меньше, чем в магистрали II зоны, поэтому обратные клапаны на перемычках, соединяющие эти магистрали закрыты. Закрыт обратный клапан на подводке к пожарному стояку от магистрали I зоны. Магистрали и водоразборные стояки первой и второй зон полностью изолированы друг от друга. Пожарные стояки находятся под давлением II зоны системы.

#### 4.2 Насосы, применяемые в составе ПНУ. Основные параметры и классификационные требования

4.2.1 Основными параметрами насосов (нагнетателей), определяющими диапазон изменения режимов работы насосных станций (НС), включая ПНУ, состав оборудования, конструктивные особенности и экономические показатели, являются напор, подача, мощность и коэффициент полезного действия (КПД).

4.2.2 Для задачи повышения напора ПНУ важна связь функциональных параметров нагнетателей (подача, напор) с мощностными

$$N_n = \rho \times g \times Q \times H = Q \times P = N \times \eta_n = (N_2 \times \eta_{np}) \times \eta_n = ((N_1 \times \eta_{\text{дв}}) \times \eta_{np}) \times \eta_n = \quad (1)$$

$$= N_1 \times \eta_{\text{дв}} \times \eta_{np} \times \eta_n = N_1 \times \eta_a,$$

где  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

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

$Q$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/с;

$H$  – напор насоса, м;

$P$  – давление насоса, Па;

$N_n, N$  – полезная мощность и мощность насоса (поступающая к насосу через передачу от двигателя), Вт;

$N_1, N_2$  – входная (потребляемая двигателем) и выходная (выдаваемая двигателем для передачи) мощности, Вт;

$\eta_n, \eta_{np}, \eta_{\text{дв}}, \eta_a$  – КПД насоса, КПД передачи от двигателя к насосу, КПД двигателя, КПД насосного агрегата в сборе.

Примечание - КПД насоса  $\eta_n$  учитывает все виды потерь, связанных с преобразованием насосом механической энергии двигателя в энергию движущейся жидкости и представляющих сумму трех основных видов потерь: гидравлических, объемных и механических. Для оценки насоса в сборе с электродвигателем рассматривается КПД агрегата  $\eta_a$ , определяющий экономическую целесообразность эксплуатации при изменении рабочих параметров (напора, подачи, мощности).

4.2.3 Значение КПД и характер его изменения существенно определяются назначением насоса и конструктивными особенностями. Исходя из принятой в России классификация (представлена на рисунке 4) в системах

водоснабжения применяются лопастные насосы, которые обеспечивают плавную и непрерывную подачу при высоких КПД, имеют достаточную надежность и долговечность. Работа лопастных насосов основана на силовом взаимодействии лопастей рабочего колеса с обтекающим потоком перекачиваемой жидкости.



Рисунок 4 – Классификация насосов

4.2.4 В составе ПНУ применяются центробежные насосы, в которых при вращении рабочего колеса на каждую часть жидкости, находящейся в межлопастном канале, будет действовать центробежная сила. Центробежная сила и напор, развиваемый насосом, тем больше, чем больше частота вращения и диаметр рабочего колеса.

4.2.5 При подборе насосного оборудования (ПНУ) в ходе проектирования кроме функциональных и мощностных параметров формулы (1) следует также оценить соответствие условиям эксплуатации ряда дополнительных параметров применяемых в составе ПНУ насосов, таких как:

- геометрическая высота всасывания  $h_{вс}$  ;
- вакуумметрическая высота всасывания  $H_{вас}$  ;

- кавитационный запас напора  $\Delta h_{зан}$  (иначе  $\Delta h_{дон}$ , в зарубежных источниках – *NPSHA*);
- допустимая вакуумметрическая высота всасывания  $H_{вак.дон}$ ;
- критический кавитационный запас напора  $\Delta h_{кр}$  (иначе  $\Delta h_{мп}$ , в зарубежных источниках – *NPSHR*);
- кавитационный коэффициент быстроходности  $C$ .

4.2.6 Выбор насосов в составе ПНУ осуществляется в проекте с учетом конструктивных, технологических и эксплуатационных признаков. В составе ПНУ систем водоснабжения жилых и общественных зданий возможны к применению различные типы центробежных насосов: одноступенчатые и многоступенчатые; с открытым, полуоткрытым и закрытым колесом; двухлопастные и многолопастные; однопоточные; с односторонним подводом жидкости к рабочему колесу (в основном с боковым входом); со спиральным отводом; горизонтальные и вертикальные; соединяемые с двигателями муфтой (гидромуфтой) или моноблочные (реже – приводные); консольные; сухого монтажа или погружные; над подводящим трубопроводом, перпендикулярно ему и в линию (ин-лайн); самовсасывающие и под заливом.

По развиваемому напору в составе ПНУ возможно применение различных насосов: низконапорных ( $H = 20 - 40$  м), средненапорных ( $H = 40 - 60$  м) и высоконапорных ( $H > 60$  м). По величине подачи используемые насосы, как правило, относятся к группе малых ( $Q < 0,01$  м<sup>3</sup>/с), изредка - средних ( $0,01 < Q < 0,1$  м<sup>3</sup>/с).

4.2.7 Основные параметры лопастных насосов: подача  $Q$ , напор  $N$ , КПД  $\eta$  и частота вращения  $n$  – находятся в определенной зависимости, отраженной характеристическими кривыми (рисунок 5). Основной характеристической кривой насоса (рабочей характеристикой, рабочей кривой) является график зависимости развиваемого насосом напора от подачи  $H = f(Q)$  при постоянной частоте вращения  $n = const$ . Максимальному зна-

чению КПД  $\eta_{\max}$  соответствуют подача  $Q_p$  и напор  $H_p$  в оптимальной режимной точке  $P$  характеристики  $Q - H$  (рисунок 5–1).

4.2.8 Если основная характеристика имеет восходящую ветвь (рисунок 5–2) – интервал от  $Q=0$  до  $Q_b$ , то такие характеристики называются восходящими, а интервал  $[0; Q_2]$  – областью неустойчивой работы с внезапными изменениями подачи, сопровождаемыми сильным шумом и гидравлическими ударами. Применение насосов с восходящими характеристиками в составе ПНУ допустимо только в случае соответствующего обоснования в проекте невозможности выхода насоса (насосов) в ходе эксплуатации в область неустойчивой работы (режим "помпажа"). Особое внимание такому обоснованию следует уделять при использовании в составе ПНУ двух и более рабочих насосов, а также при ЧРП.

4.2.9 Если характеристика не имеет возрастающей ветви, то она называется стабильной (рисунок 5–1), режим работы – устойчивый во всех точках кривой. Для использования в составе ПНУ рекомендуется применение насосов со стабильной основной характеристикой.

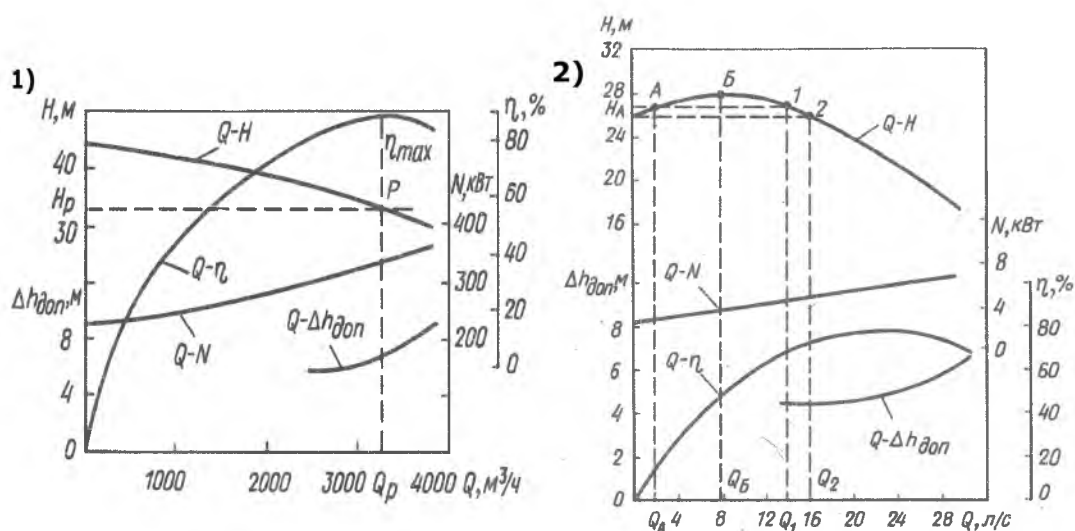


Рисунок 5 – Энергетические характеристики центробежных насосов. Рабочие характеристики  $Q - H$  : 1) стабильная; 2) восходящая

4.2.10 Крутизну рабочей кривой насоса можно оценить отношением

$$k = ((H_0 - H_p) / H_p) \times 100, \quad (2)$$

где  $k$  – крутизна рабочей характеристики, %;

$H_0$  – напор на закрытую задвижку (максимум), м;

$H_p$  – напор при максимуме КПД (расчетный), м.

Пологая характеристика имеет крутизну 8 – 12 %%, крутизна крутопадающей характеристики 25 – 30 %% и более. Чем больше коэффициент быстроходности, тем круче кривая формы основной характеристики.

4.2.11. При стабильной пологой характеристике напор насоса при значительном изменении подачи изменяется незначительно. ПНУ обеспечивают повышение напора в оконечных участках водопроводной сети (на завершающем подъеме), где при постоянном напоре требуется регулирование подачи в широких пределах. Для использования в составе ПНУ следует применять насосы с пологой основной характеристикой.

4.2.12 Для рабочей части характеристики  $Q - H$  для насосов чистой воды распространена зависимость:

$$H = a - b \times Q^2, \quad (3)$$

где  $a, b$  – подбираемые постоянные коэффициенты ( $a \geq 0, b \geq 0$ ) для данного насоса в пределах характеристики  $Q - H$ , имеющей квадратичный вид.

При работе насоса с характеристикой  $Q - H$  на трубопроводную систему (прилегающие водоводы и дальнейшая сеть) требуется создать напор для преодоления гидравлического сопротивления системы – суммы сопротивлений элементов, каждый из которых оказывает сопротивление потоку, что сказывается в итоге на потерях напора.

$$\Delta H = k \times Q^2, \quad (4)$$

где  $\Delta H$  – потери напора на одном элементе (участке) системы, м;

$Q$  – расход жидкости, проходящий через элемент (участок), м<sup>3</sup>/с;

$k$  – коэффициент потерь напора, зависящий от вида элемента (участка) системы, с<sup>2</sup>/м<sup>5</sup>.



4.2.13 Совместная работа насоса и сети характеризуется точкой материального и энергетического равновесия (пересечения характеристик системы и насоса) – рабочей (режимной) точкой с координатами  $(Q_1, H_1)$ , отражающими текущую подачу и напор при работе насоса на систему (рисунок 6). Различают закрытые и открытые системы. В закрытых системах (отопления, кондиционирования и т.п.) объем жидкости постоянен, насос необходим для преодоления гидравлического сопротивления трубопроводов и устройств при необходимом перемещении носителя в системе).

4.2.14 В открытых системах (водоснабжения) жидкость транспортируется из одной точки в другую, насос обеспечивает потребный напор в точках разбора, преодолевая потери на трение в системе. В методическом плане, предусматривая ПНУ в системе водоснабжения, следует отличать открытую систему с насосом (ПНУ) ниже точки разбора (рисунок 6) и открытую систему с насосом (ПНУ) выше точки разбора (рисунок 7).

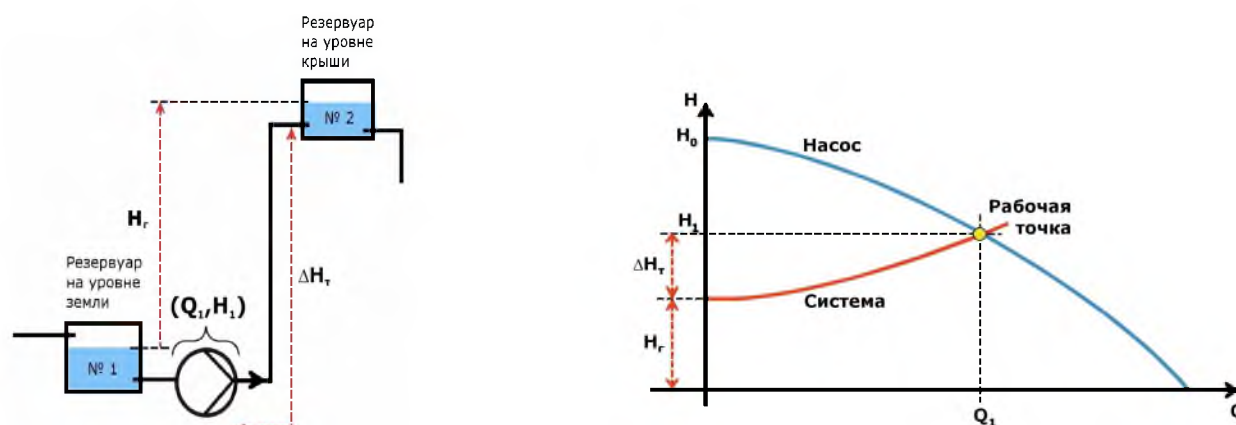


Рисунок 6 – Открытая система с насосом ниже точки разбора

Примечание – В открытой системе с насосом ниже точки разбора (рисунок 6) для подачи из резервуара № 1 на нулевой отметке (нижний бассейн) в верхний резервуар № 2 (верхний бассейн) насос должен обеспечить геометрическую высоту подъема  $H_r$  и компенсировать потери на трение  $\Delta H_f$ , зависящие от расхода; характеристика системы – парабола с координатами  $(0; H_r)$ .

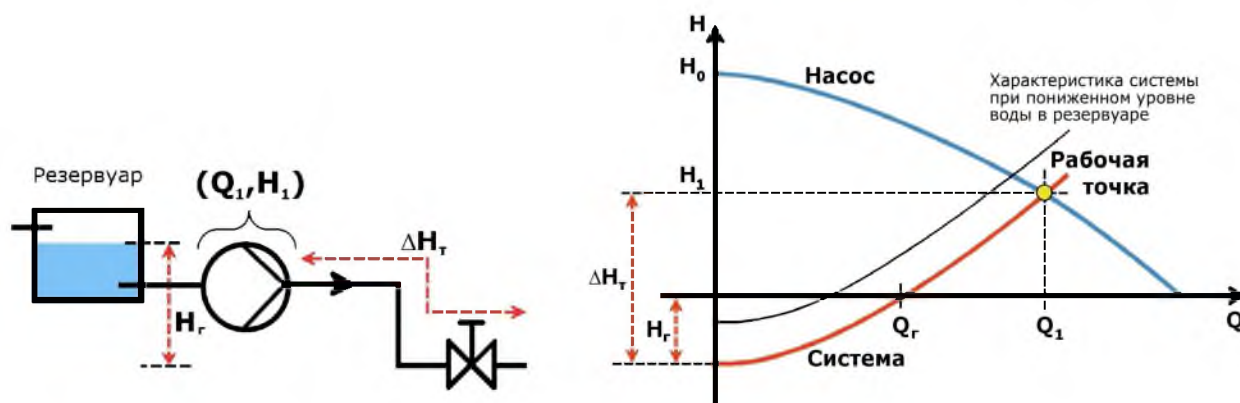


Рисунок 7 – Открытая система с насосом выше точки разбора

Примечание – В открытой системе с насосом выше точки разбора (рисунок 7) вода под влиянием перепада ( $H_r$ ) доставляется потребителю без насоса, разница высот текущего уровня жидкости в резервуаре и точки разбора ( $H_r$ ) обеспечивает некий расход  $Q_r$ ; обусловленный перепадом высот напор недостаточен для обеспечения требуемого расхода ( $Q_1$ ), насос должен добавить напор  $H_1$ , чтобы полностью преодолеть потери на трение  $\Delta H_T$ ; характеристика системы – парабола с началом  $(0; -H_r)$ .

4.2.15 При недостаточности входного напора устанавливаемая в здании ПНУ работает по схеме последовательного соединения с насосным оборудованием ПНС, обеспечивающим некоторый уровень напора воды на вводе в здание (как правило, в соответствии с рисунком 7). С учетом этого определяются требования к шкафу управления в части режимов работы, параметров контроля (управления) и необходимых видов защиты.

Примечание – При последовательном подключении насосов суммарный напор (давление) больше, чем развивает каждый из насосов. Параллельная установка обеспечивает расход больше, чем каждый насос отдельно. Общая характеристика и основные соотношения для каждого способа приведены в Приложении А (таблица А1). –  $H_r$ ).

4.2.16 При выборе конструктивного решения для достижения требуемого напора в жилых и общественных зданиях с учетом современных требований энергосбережения и комфортности водопотребления не допускается использование отдельных насосов (насоса), постоянно работающих в сетевом режиме и/или без единой системы управления (без учета

потребностей фактического водопотребления в части подачи и напора). В проекте рекомендуется предусматривать использование ПНУ в виде модульных автоматических насосных станций (МАНС) заводской готовности. Такие ПНУ предусматривают параллельное подключение насосов в работу (в случае возможной одновременной работы двух и более насосов).

4.2.17 Подбор ПНУ для обеспечения потребного расхода и напора исходит из поиска установки, способной при одновременной работе входящих в ее состав рабочих насосов добавить недостающий напор  $H_1$  при расчетном уровне подачи  $Q_1$ . Основы подбора ПНУ – на рисунке 8.



Рисунок 8 – Подбор ПНУ на рабочую точку ( $Q, H$ )

4.2.18 Для определения параметров ПНУ для действующих систем (в случае реконструкции) следует обеспечить наличие детальных данных по фактическим режимам водопотребления и работы существующего насосного оборудования (при его наличии). Рекомендуется проведение предварительного обследования, предусматривающего одновременные замеры расходов и напоров воды на вводе в дом в течение не менее чем

трех суток. К полученным данным следует ввести поправочный коэффициент на расход воды, учитывающий сезонные изменения и максимальную часовую и минутную неравномерность. Эта информация позволит подобрать насосы (насосные установки) и определить их режимы работы.

4.2.19 Применение в составе ПНУ устройства ЧРП обеспечит плавность повышения и снижения давления, что предотвратит гидроудары и порывы в системе. В домах повышенной этажности с однозонной системой водоснабжения следует проверить наличие регуляторов давления на нижних этажах, чтобы не превысить на разборных устройствах потребителя предельно допустимого напора 45 м. В случае их отсутствия следует проектом предусмотреть их установку.

4.2.20 Размещение ПНУ для повышения давления следует проводить в изолированных помещениях водомерных узлов, обеспечив защиту от несанкционированного доступа. Электропитание насосной установки следует предусматривать от главного распределительного щита (ГРЩ) отдельным кабелем.

### **4.3 Схемы работы ПНУ, состав оборудования, компоновочные решения**

4.3.1 Для повышения давления в водопроводных сетях жилых и общественных зданий рекомендуется применять преимущественно комплектные модульные автоматические насосные станции (МАНС) заводского изготовления, оснащенные стандартизированной системой управления, прошедшие первичные испытания и тестирование на производственных стендах предприятий-изготовителей.

Примечание – МАНС выпускается для подачи воды и повышения давления в различных системах водоснабжения. МАНС должна быть предназначена для перекачивания чистых, неагрессивных, взрывобезопасных, не содержащих твердых или волокнистых включений, химически и физически инертных к материалам деталей насоса жидкостей (воды для хозяйственно-питьевых целей, для систем охлаждения и противопожарного водоснабжения, прочей технической воды без абразивных или длинноволокнистых включений).

Компоновка ПНУ на объекте из отдельных насосных агрегатов и шкафа управления может быть обоснована лишь особыми условиями монтажа или массогабаритными характеристиками, затрудняющими транспортировку и монтаж ПНУ в сборе.

4.3.2 Типовая МАНС представляет собой насосную систему на общей раме-основании с использованием, как правило, вертикальных многоступенчатых насосов, обвязанных необходимой арматурой. Совместную работу насосов обеспечивает щит управления МАНС, установленный на общей с насосами раме-основании. МАНС должна соответствовать СП 30.13330.2012 и СП 31.13330.2012. Щит управления МАНС должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ Р 51321.1–2007, ГОСТ Р 51317.6.3–99.

4.3.3 МАНС должна поставляться готовой к подключению, в смонтированном состоянии, с выполненным электромонтажом и предварительными регулировками. Стандартные общие технические данные и условия эксплуатации МАНС для применения в качестве ПНУ в системах водопровода зданий, представлены в Таблице Б1 (Приложении Б)

4.3.4 При выборе установки для применения в системе водоснабжения здания следует учитывать, что специальные требования при повышении давления в системах хозяйственно-питьевого, противопожарного и производственного водоснабжения определяют варианты исполнения МАНС, в первую очередь в части щита управления ПНУ.

4.3.5 МАНС с частотным регулированием (щит управления типа Р). Этот вариант насосной установки повышения давления обеспечивает подачу в соответствии с переменной характеристикой разбора воды потребителями при заданном значении давления на выходе установки. С помощью подключения/отключения отдельных насосов и путем регулирования частоты вращения двигателя, как правило, одного из насосов установка постоянно работает в режиме поддержания выходного давления.

4.3.6 МАНС со ступенчатым управлением (щит управления типа С). Насосная установка повышения давления обеспечивает ступенчатое регулирование подачи в соответствии с заданными параметрами с помощью

подключения/отключения отдельных насосов. Выходное давление задается диапазоном (включения/выключения). Проектом должен быть предусмотрен дополнительный мембранный гидробак расчетного объема, устанавливаемый отдельно (не входит в состав МАНС).

4.3.7 МАНС для противопожарного водоснабжения (щит управления типа П). Насосная установка обеспечивает подачу потребного объема воды в сетях противопожарного водоснабжения здания. Пуск насосов в составе ПНУ осуществляется в соответствии с сигналами противопожарной автоматики (опция - по значению контрольных параметров).

4.3.8 Типовое обозначение МАНС включает в себя название модели (в зависимости от предприятия-производителя), количество насосов (общее, включая рабочие и резервные), тип насоса (модель), тип исполнения ПНУ (Р/С/П), внутренний номер (от предприятия-производителя).

4.3.9. Стандартная комплектность предусматривает 2 – 6 центробежных многоступенчатых насосов вертикальной компоновки с выполненным монтажом трубопроводной арматуры. Внешний вид и объем стандартной поставки МАНС представлен на рисунке 9.

Обозначения  
(объем стандартной поставки):

1. насосы;
2. щит управления ЩУ;
3. напорный коллектор;
4. всасывающий коллектор;
5. запорная арматура;
6. обратные клапаны;
7. датчик давления;
8. манометр;
9. датчик давления;
10. мановакуумметр;
11. мембранный гидробак;
12. станина-основание;
13. стойка щита управления;
14. виброопоры;
15. резиновые компенсаторы;
16. заглушки.

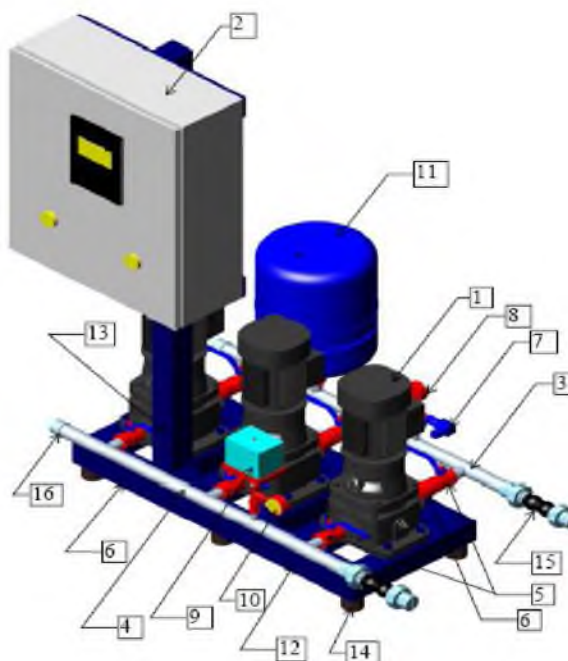


Рисунок 9 – Экспликация (объем стандартной поставки) МАНС

4.3.10 Для исключения коррозии и механических повреждений в течении всего срока службы все детали насосов, контактирующие с рабочей средой (перекачиваемой водой), и трубопроводы МАНС должны быть изготовлены из хромоникелевой стали.

4.3.11 Обвязка каждого насоса в составе МАНС должна включать обратный клапан и запорную арматуру. На выходе напорной магистрали МАНС должен быть установлен датчик давления, манометр и мембранный напорный (гидропневматический) бак. В объеме стандартной поставки ПНУ должно быть укомплектовано виброгасящими опорами и анти-вибрационными компенсаторами.

4.3.12 Структурная схема стандартной ПНУ (2-хнасосной) представлена на рисунке 10.

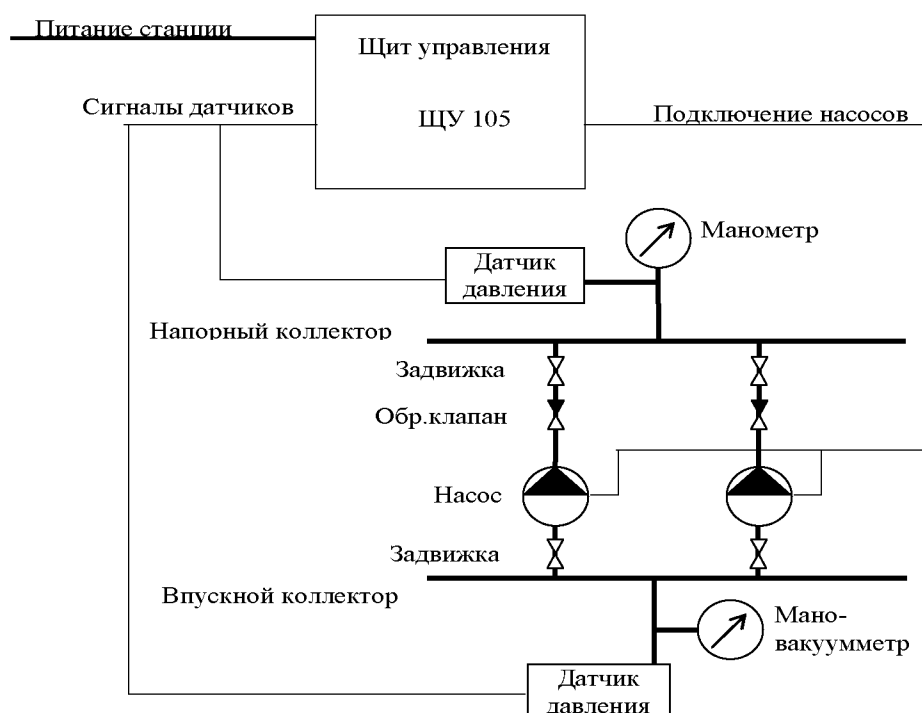


Рисунок 10 – Структурная схема стандартного исполнения МАНС

## 5 Правила проектирования систем водоснабжения жилых и общественных зданий с ПНУ. Состав проектной документации, контроль и согласование

## 5.1 Расчет систем водоснабжения зданий с ПНУ. Задача и методика расчета. Определение расчетных расходов и расчетных напоров воды

5.1.1 Задача расчета холодного водопровода здания состоит в определении необходимого (потребного) напора  $H_{номр}$  в точке присоединения ввода к городской водопроводной сети и в сопоставлении результата с гарантированным напором  $H_{гар}$  в наружной сети.

5.1.2 Гидравлический расчет сетей внутренних водопроводов производится по наибольшему расчетному секундному расходу воды.

5.1.3 Для однозонной системы водопроводов жилых и общественных зданий (рисунок 1) расчеты производятся на пропуск хозяйственно-питьевого расхода воды и пропуск нормированного противопожарного расхода воды, при этом объединенные хозяйственно-противопожарные водопроводные сети рассчитывают на подачу расчетного пожарного расхода воды при наибольшем расчетном секундном расходе на хозяйственно-питьевые нужды.

ПНУ (в части насосов в составе установки) подбирается для хозяйственно-питьевого водоснабжения по наибольшей величине  $H_{номр}$ , а насосы противопожарного назначения подбираются самостоятельно.

5.1.4 В зонных системах водоснабжения зданий для каждой зоны определяют расчетные расходы и потребные напоры, в зависимости от принятой схемы (рисунок 2 и 3), и по их значениям подбирают повысительные насосы в составе ПНУ.

5.1.5 Водопроводные сети, питаемые несколькими вводами, рассчитывают с учетом выключения одного из них.

При двух вводах каждый из них должен быть рассчитан на пропуск 100 % расчетного расхода воды, при большем количестве вводов – на пропуск 50 % расхода воды. Гидравлический расчет при двух вводах производится на пропуск расчетного расхода воды от одного ввода, наиболее



удаленного от самой неблагоприятной точки водоразбора (наиболее отдаленной и высокорасположенной с наибольшим необходимым свободным напором диктующей точки).

5.1.6 Диаметры труб внутренних водопроводных сетей назначают из расчета наибольшего использования  $H_{зар}$  в наружной водопроводной сети. Диаметры трубопроводов кольцуемых перемычек принимаются по наибольшему диаметру водоразборного стояка или больше.

5.1.7 Скорость движения воды в трубах при пропуске хозяйственно-питьевого расхода следует принимать в пределах 1,0–1,7 м/с – при питании от городского водопровода и менее 1,0 м/с при питании от напорно-запасных баков.

5.1.8 Расчет системы внутреннего водопровода здания выполняют в следующей последовательности:

- по генплану участка, планам типового этажа, технического этажа (при наличии) и подвала здания строят расчетную аксонометрическую схему внутреннего водопровода, на которой определяют расчетную (диктующую) точку и намечают расчетное направление движения воды от точки присоединения ввода к наружной сети до расчетной точки;
- расчетное направление разбивают на расчетные участки;
- определяют расчетные расходы воды, поступающей к потребителям в расчетных точках;
- по расчетным расходам подбирают диаметры трубопроводов, учитывая рекомендуемые скорости движения воды в них;
- по расчетным расходам и диаметрам определяют потери напора во всех элементах системы;
- сравнивают потери напора с давлением в наружной водопроводной сети и определяют необходимость установки повысительных насосов.

5.1.9 Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети определяется по формуле:

$$q = 5 * q_0 * \alpha , \tag{5}$$

где  $q$  – максимальный секундный расход, л/с;

$q_0$  – секундный расход воды водоразборной арматурой (прибором), отнесенный к одному прибору.

Примечание - В жилых и общественных зданиях, по которым отсутствуют сведения о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов, допускается принимать  $q_0 = 0,2$  л/с;  $\alpha$  – коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов  $N$  на расчетном участке сети и вероятности их действия  $P$ , вычисляемой по формуле (6)  $P = \varphi(U, N)$ : при  $P > 0,1$  и  $N \leq 200$  значение  $\alpha$  определяется по таблице Ж 1 (Приложения Ж), при других  $P$  и  $N$  значение  $\alpha$  принимается по таблице Ж 2 (Приложения Ж).

5.1.10 Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P$  на участках сети при одинаковых водопотребителях в здании определяется по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u} * U}{q_0 * N * 3600} , \tag{6}$$

где  $q_{hr,u}$  – норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч;

$U$  – число водопотребителей;

$N$  – число водоразборной арматуры на участке.

Примечание - норма расхода холодной воды на 1 жителя в жилых домах квартирного типа составляет 5,6 л/ч. При отсутствии данных о числе санитарно-технических приборов в зданиях значение  $P$  допускается определять принимая  $N = U$ .

5.1.11 Максимальный часовой расход воды следует определять по формуле:

$$q_{hr} = 0,005 * q_{0,hr} * \alpha_{hr} , \tag{7}$$

где  $q_{hr}$  – максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч;

$q_{0,hr}$  – часовой расход воды водоразборной арматурой, л/ч;

$\alpha_{hr}$  – коэффициент, определяемый по таблице Ж 2 (Приложения Ж) в зависимости от общего числа приборов  $N$ , обслуживаемых системой, и вероятности их использования  $P_{hr}$ , вычисляемой по формуле (8).

Примечание – в жилых и общественных зданиях, по которым отсутствуют сведения о числе и технических характеристиках санитарно-технических приборов, допускается принимать  $q_{0,hr} = 200$  л/ч.

5.1.12 Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}$  для системы в целом следует определять по формуле:

$$P_{hr} = \frac{3600 * P * q_0}{q_{0,hr}}, \quad (8)$$

где  $P$  – вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети при одинаковых водопотребителях в здании;

$q_0$  – секундный расход воды водоразборной арматурой (прибором), отнесенный к одному прибору;

$q_{0,hr}$  – часовой расход воды водоразборной арматурой, л/ч.

5.1.13 Для жилых и общественных зданий необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, а также минимальные расходы воды на пожаротушение следует принимать в соответствии с приложением В (таблица В1). Расход воды на пожаротушение в зависимости от высоты компактной части струи и диаметра sprыска следует уточнять по таблице Ж 3 (Приложения Ж).

5.1.14 Необходимый (потребный) напор определяется по формуле:

$$H_{нотр} = H_{геом} + \sum H_{нот} + H_f, \quad (9)$$

где  $H_{нотр}$  – необходимый (потребный напор), м;

$H_{геом}$  – геометрическая высота подачи воды, м, от поверхности земли в точке присоединения ввода к наружной сети (над точкой врезки в городскую сеть) до оси наиболее высокорасположенного (диктующего) водоразборного прибора;

$\sum H_{nom}$  – сумма потерь напора, м;

$H_f$  – нормированный свободный напор расчетного водоразборного прибора, м.

5.1.15 Сумма потерь напора определяется по формуле:

$$\sum H_{nom} = h_{ол} + h_m + h_{сч}, \quad (10)$$

где  $\sum H_{nom}$  – сумма потерь напора, м;

$h_{ол}$  – потери напора по длине, м;

$h_m$  – потери напора в местных сопротивлениях, м;

$h_{сч}$  – потери напора в водосчетчике, м;

Примечание –  $h_{ол} = i * l$ ;  $i$  – гидравлический уклон;  $l$  – длина расчетного участка, м;

$h_m = k_m * h_{ол}$ ;  $k_m$  – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, следует принимать: 0,3 – в сетях хозяйственно-питьевых водопроводах жилых и общественных зданий; 0,2 – в сетях объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводах; 0,1 – в сетях противопожарных водопроводах;

$h_{сч} = S * q^2$ ;  $S$  – гидравлическое сопротивление счетчика;  $q$  – расчетный расход воды, формула (5). Потери напора в счетчике не должны превышать: в крыльчатых счетчиках холодной воды 5 м, турбинных – 2,5 м, а при пожаре – 10 м.

5.1.16 При объединении стояков в секционные узлы потери напора в узле  $H_{с,узн}$ , м, следует определять по формуле

$$H_{с,узн} = \frac{f * \sum [i * l * (1 + k_m)]}{n} \quad (11)$$

где  $f$  – коэффициент, учитывающий характер водоразбора в системе, принимаемый 0,5 – для систем хозяйственного водопровода и 0,3 – для объединенных систем хозяйственно-противопожарного водопровода;

$l$  – длина расчетного участка, м;

$k_m$  – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях;

$n$  – число стояков в узле.

5.1.17 Максимальный напор, развиваемый ПНУ, следует определять с учетом наименьшего гарантированного напора, в наружной водопроводной сети по формуле:

$$H_{нас}^{макс} = (H_{потр} - H_{гар}) + h_{нас}, \quad (12)$$

где  $H_{нас}^{макс}$  – максимальный напор, м;

$H_{гар}$  – наименьший гарантированный напор, м;

$h_{нас}$  – потери напора в насосной установке, м.

## **5.2 Подбор насосов. Определение типа установки (частотное регулирование и параллельная работа). Вопросы энергоэффективности при установке ПНУ**

5.2.1 Обзор наиболее распространенных методов изменения параметров насоса приведен в Приложении Г (таблица Г1). При дроссельном регулировании и регулировании байпасом в системах водоснабжения итоговый КПД значительно снижается, относительная потребляемая мощность на единицу подачи в систему увеличивается, происходит непроизводительная потеря энергии. Применение дроссельного регулирования и регулирования байпасом при работе ПНУ в с системах водоснабжения здания должно быть исключено.

5.2.2 С учетом характера эксплуатации ПНУ (насосная установка подает воду непосредственно в сеть на завершающем этапе " подъема" воды потребителям, состав потребителей и уровень их потребностей постоянно изменяется) в обеспечение необходимого уровня энергоэффективности обязательно применение частотного регулирования электропривода (ЧРП) с помощью преобразователя частоты тока (ПЧТ), обеспечивающего изменение частоты вращения рабочего колеса (скорости насоса).

5.2.3 Частотное регулирование и параллельная работа насосов. При проектировании следует учитывать, что при ЧРП насос не сохраняет постоянства КПД даже на параболах подобных режимов (рисунок 11), так как с увеличением частоты вращения  $n$  возрастают скорости потока и пропорционально квадратам скоростей гидравлические потери в проточной части насоса. С другой стороны, механические потери сказываются сильнее при малых значениях скорости, т. е. когда мощность насоса мала. КПД достигает максимума при расчетном значении частоты вращения  $n_0$ . При других  $n$ , меньших или больших  $n_0$ , КПД будет уменьшаться по мере увеличения отклонения  $n$  от  $n_0$ .

Примечание - Парабола подобных режимов – геометрическое место точек, определяющих при различных частотах вращения (скоростях) режимы работы насоса, подобные режиму в точке  $A$ . Точки  $A_1, A_2, \dots, A_i$  образуют параболу подобных режимов с вершиной в начале координат, описываемую уравнением

$$H = Q^2 \times (H_A / Q_A^2) = const \times Q^2 \quad (13)$$

Пересчет иной точки  $B$  характеристики  $Q - H$  при частоте вращения  $n$  на частоты  $n_1, n_2, \dots, n_i$  даст точки  $B_1, B_2, \dots, B_i$ , определяющие соответственно параболу подобных режимов  $(OB_iB)$ . Каждая из парабол подобных режимов условно являются линией постоянного КПД. Это положение – основа использования в насосных системах ЧРП, одного из основных способов оптимизации режимов работы НС.

С учетом характера изменения КПД при изменении скорости, отмечая на характеристиках  $Q - H_1, Q - H_2, \dots, Q - H_i$  точки с равными значениями КПД, при соединении их кривыми будет получена универсальная характеристика (рисунок 11), определяющую работу насоса при переменных частотах вращения, КПД и мощности насоса для любой режимной точки.

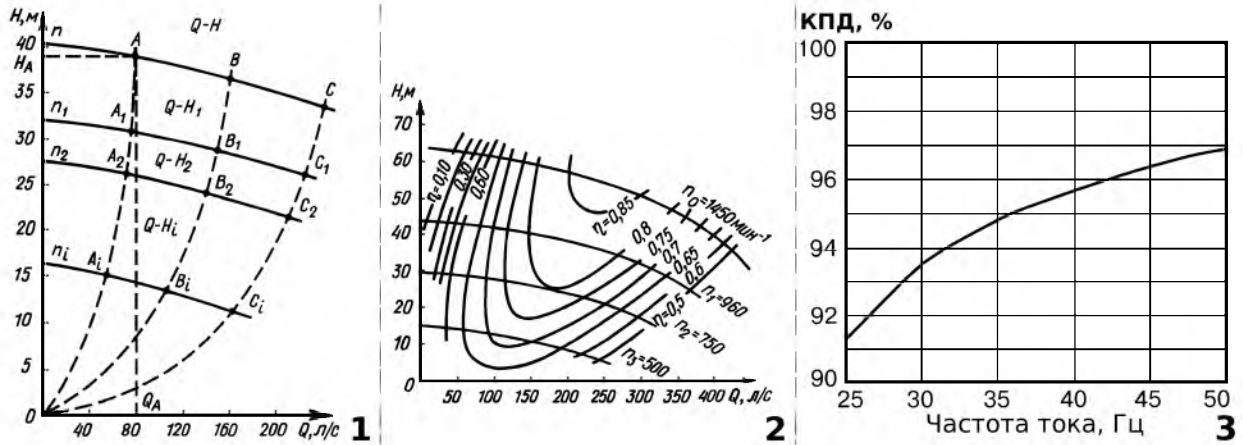


Рисунок 11 – Регулирование скорости насоса (частоты вращения) с помощью ПЧТ: 1) параболы подобных режимов; 2) универсальная характеристика насоса; 3) КПД ПЧТ при функциональном изменении частоты выходного тока

5.2.4 Кроме снижения КПД насоса при ЧРП следует учитывать снижение КПД двигателя вследствие работы ПЧТ, имеющее две составляющие: во-первых, внутренние потери ПЧТ и, во-вторых, потери на гармониках в регулируемом электродвигателе (обусловлены несовершенством синусоидальной волны тока при ЧРП).

Примечание - КПД современного ПЧТ при номинальной частоте переменного тока составляет 95 – 98 %, при функциональном снижении частоты выходного тока КПД ПЧТ снижается (рисунок 11). Потери в двигателях на гармониках, производимых при ЧРП (и варьируемых от 5 до 10 %), приводят к нагреву двигателя и соответствующему ухудшению характеристик, в результате КПД двигателя падает еще на 0,5 – 1 %.

Обобщенная картина «конструктивных» потерь КПД насосного агрегата при ЧРП, приводящих к росту удельного энергопотребления, представлена на рисунке 12 – снижение скорости до 60% от номинальной уменьшает  $\eta_a$  на 11 % относительно оптимального (даже при рабочих точках на параболе подобных режимов с максимальным КПД). Потребление электроэнергии  $P_1$  снизилось с 3,16 до 0,73 кВт, т.е. на 77%. Эффективность при снижении скорости обеспечивается уменьшением полезной и, соответственно, потребляемой мощности. Таким образом, снижение КПД агрегата в связи с «конструктивными» потерями приводит к росту удельного энергопотребления даже при работе вблизи точек с максимальным КПД.

«Конструктивные» потери при ЧРП составляют максимальную часть потерь КПД в закрытых системах (в отличие от открытых систем), т.к. характеристика закрытой системы близка к параболе подобных режимов, проходящей через точки максимальных КПД для различных частот вращения, т.к. обе кривые однозначно имеют вершину в начале координат.

5.2.5 Относительные энергозатраты и эффективность ЧРП зависят от условий эксплуатации (типа системы и параметров ее характеристики, положения рабочих точек на насосных кривых относительно максимума КПД), а также от критерия и условий регулирования.

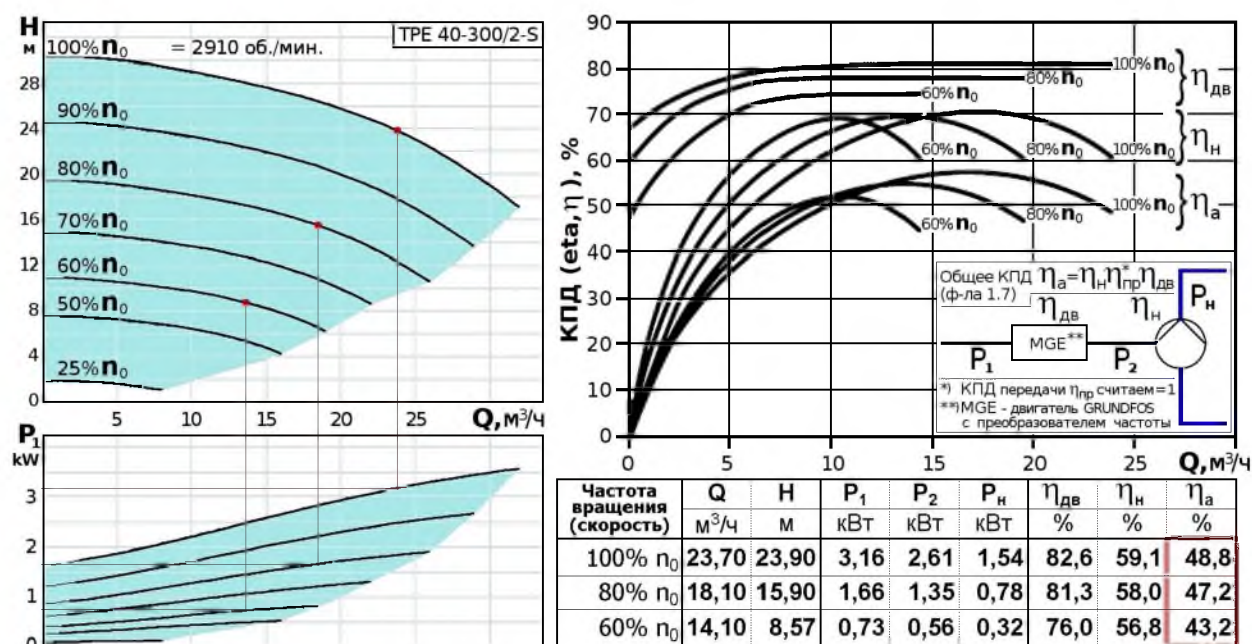


Рисунок 12 – «Конструктивные» потери КПД насосного агрегата в сборе при ЧРП.

5.2.6 Характеристика открытых систем водоснабжения имеет ряд особенностей, которые приводят к существенному различию вариантов, что должно учитываться при определении типа ПНУ (необходимости ЧРП и определении количества рабочих насосов).

В системе водоснабжения, работа которой обеспечивается повысительным насосом, невозможно регулировать его скорость в однозначном соответствии с текущим водопотреблением, сохраняя положение рабочих



точек (при таком изменении скорости) на фиксированной параболе подобных режимов, проходящей через точки с максимальным КПД.

Примечание - Во-первых, вершина характеристики системы зачастую не совпадает с началом координат из-за различной статической составляющей напора (рисунок 13-1). Потребный статический напор чаще положителен (рисунок 13-1 – кривая 1) и необходим для подъема воды на геометрическую высоту в системе 1-го типа (рисунок 6), но может быть и отрицательным (рисунок 13-1 – кривая 3) – когда подпор на входе в систему 2-го типа превышает потребный геометрический напор (рисунок 7). Хотя нулевой статический напор (рисунок 13-1 – кривая 2) также возможен (например, при равенстве подпора потребному геометрическому напору).

Во-вторых, характеристики большинства систем водоснабжения постоянно изменяются во времени. Это относится к перемещениям вершины характеристики системы по оси напора, объясняясь изменениями величины подпора или величины потребного геометрического напора. Для ряда таких систем в силу постоянного изменения количества и расположения фактических точек потребления в пространстве сети происходит смена положения диктующей точки в поле  $[Q; H]$ , означающая новое состояние системы, описываемое новой характеристикой с другой кривизной параболы.

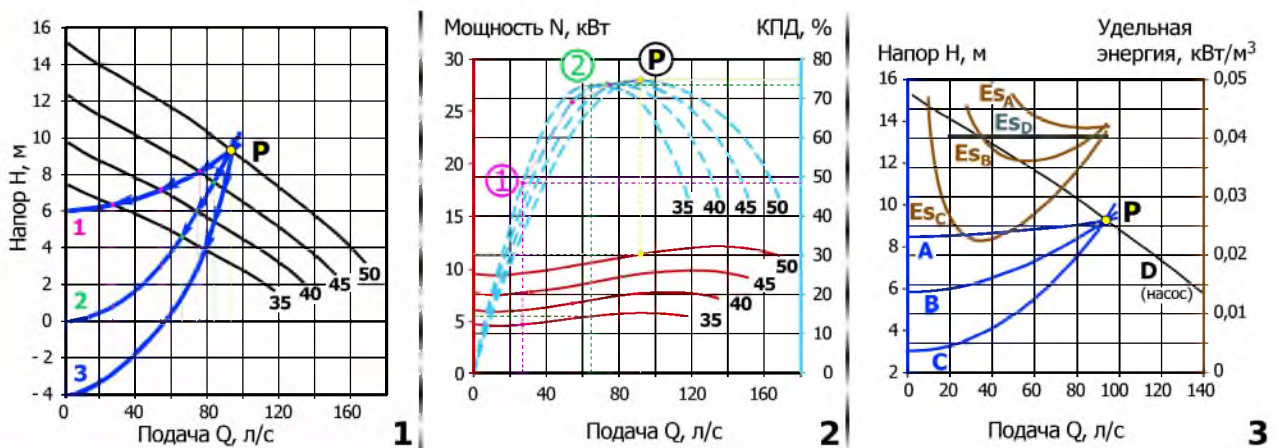


Рисунок 13 – КПД и удельные энергозатраты при регулировании скорости в зависимости от типа открытой системы, параметров ее характеристики и положения рабочей точки относительно максимума КПД

5.2.7 При проектировании следует учитывать, что более существенно снижение КПД при ЧРП в соответствии с характеристикой системы проявляется в случае значительной статической напорной составляющей

(рисунок 13-1, кривая 1). При снижении скорости (из-за снижения частоты тока, например с 50 до 35 Гц) точка пересечения характеристик системы и насоса сместится влево. Соответствующее смещение на кривых КПД приведет в зону меньших значений (рисунок 13-2, точки для кривой 1).

Примечание - Оценка эффективности ЧРП по удельной энергии на перекачку 1 м<sup>3</sup> (рисунок 13-3). В сравнении с дискретным управлением (D) регулирование скорости имеет смысл в системе С – с относительно малым геометрическим напором и значительной динамической составляющей (потерями на трение). В системе В геометрическая и динамическая составляющие значительны, регулирование скорости эффективно на определенном интервале подач. В системе А с большой высотой подъема и малой динамической составляющей (менее 20% от потребного напора) применение ЧРП с точки зрения энергозатрат нецелесообразно. Задача повышения напора на конечных участках водопроводной сети решается в системах смешанного типа (В), что требует предметного обоснования применения ЧРП для повышения энергоэффективности.

5.2.8 В случае применения стандартного насосного оборудования с целью повышения надежности и долговечности ПНУ не следует предусматривать возможность длительной работы насосов в составе ПНУ с увеличенной скоростью вращения (при частоте тока выше номинала).

Примечание - Технически регулирование скорости позволяет расширить диапазон рабочих параметров насоса вверх от номинальной характеристики  $Q - H$ . Подбор оснащенного ПЧТ насоса таким образом, чтобы обеспечить максимальное время его работы на номинальной характеристике (с максимальным КПД), при снижении подачи скорость насоса (ЧРП) снижать относительно номинальной, а при увеличении – увеличивать (за счет частоты тока выше номинала), может привести, кроме необходимости учета мощности электродвигателя, к сокращению срока службы стандартного насоса.

5.2.9 Следует считать стандартом для применения в системах водоснабжения жилых и общественных зданий (относящихся к пространственным системам водоснабжения) управление работой ПНУ по критерию постоянного давления (рисунок 14).

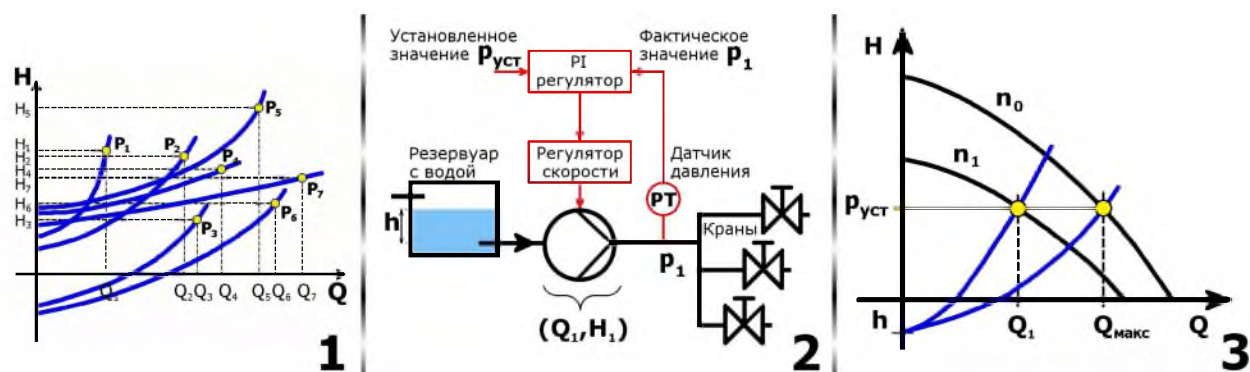


Рисунок 14 – Регулирование скорости насоса по критерию постоянного давления: 1) изменчивость системы; 2) общая схема; 3) рабочие точки и характеристики

Примечание - При управлении по критерию постоянного давления в режимах сниженного расхода частично сохраняются избыточные напоры, которые тем больше, чем левее рабочая точка находится на линии постоянного давления. Управление режимом работы ПНУ по характеристике системы, снижающее избыточные напоры и соответствующий перерасход энергии, основано на определении потребного напора по текущему значению меняющегося расхода, что затруднительно из-за многообразия возможных положений диктующей точки в текущем (моментальном) состоянии системы (при изменении количества и расположения мест потребления в сети здания, а также расхода в них) и вершины характеристики системы на оси напора (рисунок 14-1). До массового применения средств КИПиА и передачи данных возможна "аппроксимация" управления по характеристике на основе частных для сети конкретного здания предположений, задающих набор диктующих точек или ограничивающих сверху характеристику системы в зависимости от расхода. Частным случаем подхода следует считать 2-позиционное регулирование выходного давления ПНУ (день/ночь).

Применение пропорционального регулирования (сокращение напора на выходе ПНУ при сокращении потребления воды и наоборот, увеличение напора на выходе ПНУ при увеличении потребления воды) следует считать перспективным способом регулирования работы ПНУ. Такой способ регулирования должен обеспечиваться разработкой в проекте соответствующей модели водопотребления (исчерпывающей все возможные режимы системы во всех точках потребления воды) с целью исключения ситуаций неустойчивости водоснабжения на части водоразборных приборов потребителей. Проектом также должны быть определены способы диагностирования системой управления аварийных режимов, приводящих к необоснованному увеличению расхода (например, при скрытых утечках и порывах труб).

5.2.10 Снижение КПД при уменьшении частоты вращения рабочего колеса, как правило, усиливается (в случае соответствия максимума КПД точке пересечения характеристики насоса при номинальной частоте и линии установленного постоянного давления). Основываясь на реальной эффективности ЧРП для конкретной системы, при разработке проектного решения по ПНУ следует сопоставлять и/или сочетать способ ЧРП с другим способом снижения энергозатрат при работе ПНУ – уменьшением номиналов подачи и/или напора в расчете на один насос (при общем увеличении их количества в составе ПНУ).

Примечание - Схемы параллельно и последовательно соединенных насосов, обеспечивающие значительное количество рабочих точек в широком диапазоне напоров и подач, изображены на рисунке 15.

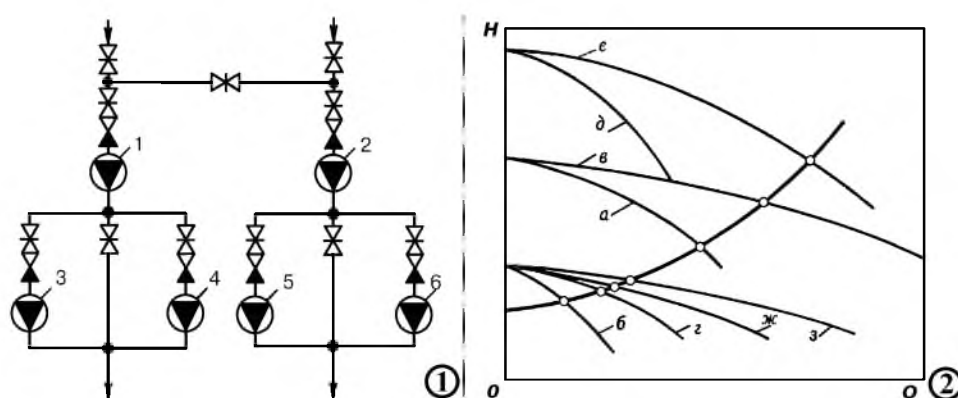


Рисунок 15 – Последовательно-параллельное соединение насосов:

1) схема соединения; 2) график совместной работы насосов и водовода

5.2.11 Оптимальное совмещение применения ЧРП с работой ряда параллельных насосов в составе ПНУ (ступенчатым или каскадным регулированием), кроме снижения эксплуатационных энергозатрат, должно обеспечить снижение мощности ПЧТ (и соответственно стоимости), снижение установочной мощности (количество резервных насосов не меняется, а номинальное значение потребляемой мощности в расчете на один насос снижается), а также высокую комфортность водоснабжения для потребителей за счет плавного пуска/останова и стабильного напора.

5.2.12 Совмещение ЧРП со ступенчатым регулированием (рисунок 16-1) позволяет перекрыть необходимую часть рабочей зоны поля  $[Q; H]$ . В ходе проектирования следует обеспечить такой оптимальный подбор ПНУ, чтобы на большей части рабочей зоны, и в первую очередь, на линии контролируемого постоянного давления (напора), обеспечивалось максимальное КПД большинства насосов и насосной установки в целом.

Примечание - Целесообразность оснащения каждого насоса в составе ПНУ своим ПЧТ (применение насосов с интегрированными ПЧТ или установка соответствующего количества ПЧТ в шкаф управления ПНУ) определяется проектом. Такое решение увеличивает возможное пространство расположения рабочих точек для ПНУ, что целесообразно исключительно при реальном применении полноценного пропорционального регулирования. При управлении по постоянному давлению увеличения пространства расположения рабочих точек для корректной работы ПНУ не требуется. Установка, оснащенная одним ПЧТ, будет работать аналогично установке, каждый насос которой оснащен ПЧТ. При правильном подборе (максимум КПД соответствует точке пересечения основной характеристики насоса и линии постоянного давления) КПД насоса, работающего на номинальной частоте (в зоне максимума КПД), будет выше общего КПД двух таких же насосов, обеспечивающих ту же рабочую точку при работе каждого из них с пониженной скоростью (рисунок 16-3).

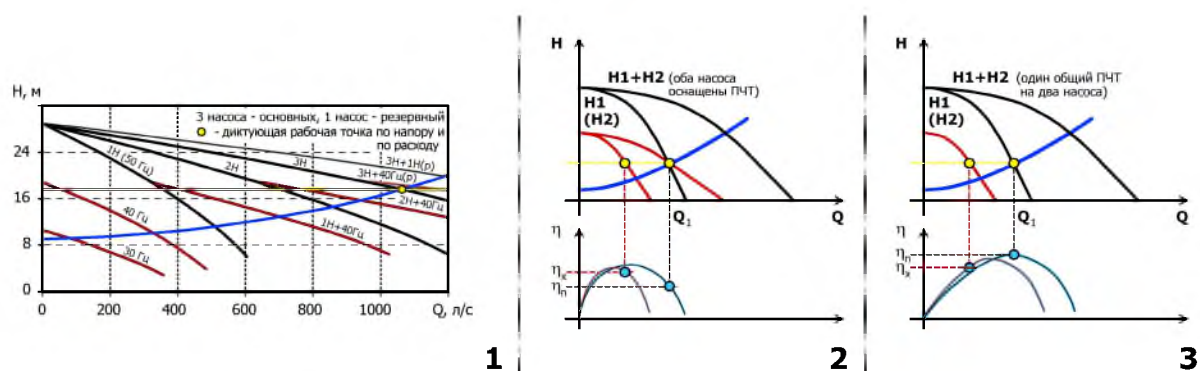


Рисунок 16 – Графики параллельной работы насосов совместно с ЧРП:  
 1) регулирование по постоянному давлению; 2) КПД 2-х насосов, оснащенных ПЧТ (вариант); 3) КПД насоса в ПНУ, оснащенной одним ПЧТ (вариант)

5.2.13 Алгоритм работы ПНУ при совмещении ЧРП и ступенчатого регулирования. Если рабочая точка лежит за пределами характеристики

одного (двух и т.д.) насоса, то тогда один (два и т.д.) насос будет работать в "сетевом" режиме, имея рабочую точку на пересечении характеристики насоса и линии постоянного давления (при максимальном КПД). Один из насосов – второй (третий и т.д.) – будет работать с ПЧТ, его скорость будет регулироваться согласно текущему требованию системы по подаче, обеспечивая соответствующую локализацию рабочей точки ПНУ на линии постоянного давления (при более низком КПД).

5.2.14 Необходимо так подбирать насосы в составе ПНУ, чтобы линия постоянного давления, определяющая и рабочую точку с максимальным КПД, пересекалась с напорной осью как можно выше относительно линий характеристик насоса, определенных для пониженных скоростей.

Примечание - Данное требование корреспондируется с положением о применении в составе ПНУ насосов со стабильными и пологими характеристиками (с более низким коэффициентом быстроходности).

С другой стороны, подбор ПНУ при условии "один насос рабочий..." приводит к тому, что весь диапазон подачи обеспечивается одним насосом (рабочим в данный момент) с регулируемой скоростью. Большую часть времени насос работает с подачей меньше номинальной и, соответственно, при низком КПД, с соответствующим перерасходом электроэнергии. Снижается надежность и долговечность насосов (из-за частого выхода на минимум допустимого диапазона подачи). Использование ЧРП при избыточности большинства вновь устанавливаемых насосов в составе ПНУ зданий не обеспечивает увеличение КПД и не устраняет перерасход электроэнергии.

5.2.15 Вопрос количества рабочих насосов в составе ПНУ следует решать исходя из оптимизация ПНУ в части энергозатрат и повышения надежности работы. С учетом результатов анализа действующих повысительных насосных систем, в обеспечение сокращения энергоемкости и стоимости жизненного цикла ПНУ, рекомендуется, как правило, определять число рабочих насосов в составе ПНУ не менее трех.

### **5.3 КИПиА и электротехнические устройства при использовании ПНУ**

5.3.1 Щит управления ПНУ (МАНС) представляет собой совокупность силовых защитных элементов, пускорегулирующей аппаратуры и схемы локальной автоматики. Щит управления обеспечивает прием, распределение, коммутацию и преобразование электрической энергии в целях регулирования электроприводов насосов, на основании управляющих воздействий, создаваемых системой локальной автоматики МАНС по заданному алгоритму. Основными задачами системы локальной автоматики МАНС, как замкнутой системы автоматического регулирования, является обеспечение работы насосов в функции поддержания стабильных выходных параметров в условиях переменных расходов (путем запуска, регулирования частоты вращения и остановки насосов по сигналам датчиков давления), а так же сглаживание переходных процессов, например, связанных с переключениями насосов и т.п. Ввиду сложности задач, характерных для гидродинамических процессов в трубопроводных сетях, система локальной автоматики МАНС как правило, реализуется на базе логических контроллеров. Вариант внешнего вида лицевой панели (на примере щита управления МАНС типа Р) представлен на рисунке 17-А.

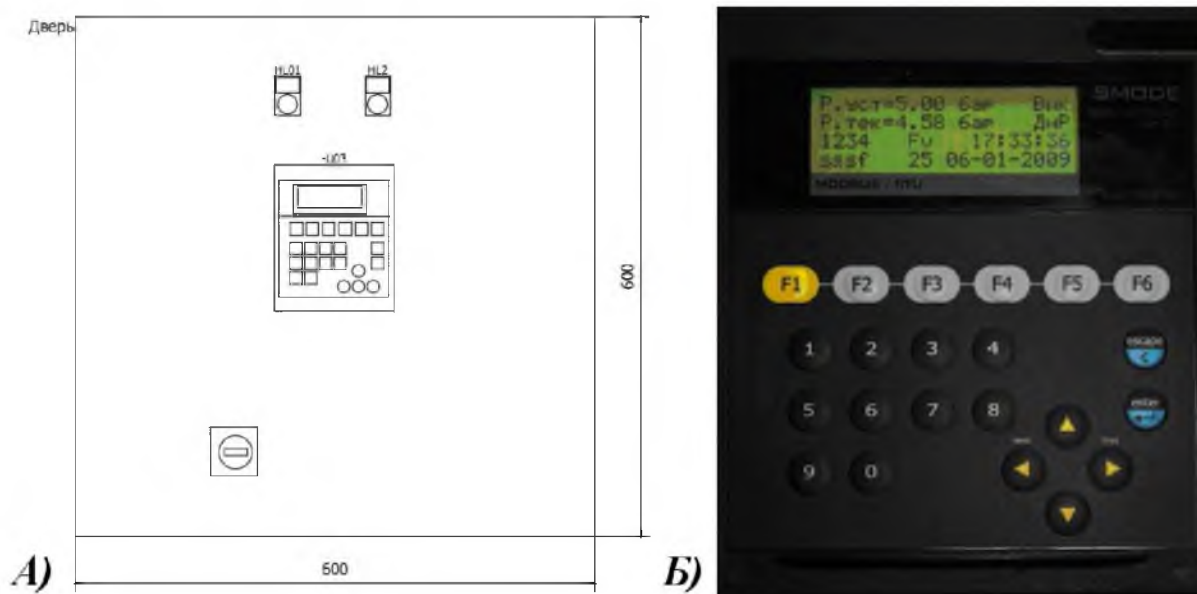


Рисунок 17 – Внешний вид лицевой панели щита управления (А) и ПЛК (Б)

5.3.2 Щит стандартно должен обеспечивать выполнение функций:

- защита насосов от перегрузки и короткого замыкания;
- автоматический пуск/останов основного насоса с помощью частотного преобразователя;
- автоматическое включение резервного насоса при неисправности основного насоса (одного из основных);
- автоматический пуск/останов дополнительных насосов;
- автоматическое чередование насосов для обеспечения равномерного времени их работы (моточасы);
- ручной кратковременный запуск насоса, для сервисного обслуживания;
- автоматическое переключение питающих вводов – опция АВР.

5.3.3 Изменение состояния системы, как правило, отображается на передней панели с помощью световой индикации:

- о наличии питающего напряжения электроснабжения (на рабочем и резервном вводах – опция АВР);
- о переходе на питание от резервного источника питания – опция АВР;
- об аварийном состоянии насосной станции.

5.3.4 При стандартной комплектации насосной станции щит управления выдаёт на удаленную панель диспетчеризации только сигнал об общей аварии. Щит управления должен быть укомплектован преобразователем интерфейса (RS-485/Ethernet), позволяющим подключить станцию к системе визуализации.

Управление насосной станцией осуществляет программируемый логический контроллер (ПЛК). Пример внешнего вида ПЛК – на рисунке 17-Б.

5.3.5 На основе ПЛК, как правило, реализованы:

- функции управления установкой в автоматическом режиме;
- установка требуемого рабочего давления;



- поддержание рабочего давления по показаниям датчиков давления в напорной магистрали;

- защита насосов от "сухого хода" по датчику давления

- прокрутка электродвигателей в ручном режиме;

- запись сведений о возникших неисправностях.

5.3.6 Управление работой контроллера должно быть подробно описано в Инструкции по монтажу и эксплуатации МАНС (Пример – рисунок Д1 Приложения Д), где также представлен вариант схемы внешних подключений МАНС (на рисунке Д2 Приложения Д).

5.3.8 При изготовлении щита управления на контрольных приборах и устройствах, как правило, должны быть установлены значения параметров, которые соответствуют конкретному назначению системы управления, в память ПЛК загружены "Заводские установки". Если в процессе эксплуатации, при настройке ПЛК, были выбраны параметры, которые могли привести к недопустимым режимам работы станции, то необходимо повторно загрузить "Заводские установки".

#### **5.4 Размещение ПНУ. Вопросы контроля уровня звукового давления (шумность). Определение требований к разработке сопутствующих проектных решений**

5.4.1 При размещении ПНУ на технических этажах под (или над) жилыми помещениями следует учитывать мероприятия по снижению уровня шума в примыкающих жилых помещениях до значений, установленных действующими нормативными документами.

5.4.2 Методы и мероприятия по снижению воздействия естественных шумов, создаваемых работой гидромеханических узлов и электроприводов ПНУ (включая устройства регулирования), должны учитывать комплексное значение этих воздействий при максимальной нагрузке.

5.4.3 Мероприятия по предупреждению воздействия естественных шумов работы ПНУ на примыкающие жилые помещения включают:

- снижение гидравлических шумов за счет оптимизации расчетных режимов работы ПНУ и параметров трубопроводных систем здания;

- снижение воздействия ПНУ на конструкции здания путем применения виброизоляционных узлов и материалов в строительных конструкциях и примыкающих коммуникациях, а так же бетонных оснований (или фундаментов) с виброгасящими прокладками или опорами;

- снижение акустических шумов путем применения ограждающих конструкций с требуемой звукоизоляцией и звукоизоляционных облицовок в местах установки ПНУ (допускается устройство отдельных звукоизолирующих камер, акустических экранов/выгородок для размещения ПНУ, при обеспечении нормальных условий для работы и обслуживания).

5.4.4 Не допускается решение вопросов по снижению естественных шумов, создаваемых работой ПНУ, путем применения оборудования с более низкими показателями энергоэффективности и эксплуатационной надежности, вместо перечисленных выше мероприятий.

5.4.5 Решение вопросов по снижению шумового воздействия, создаваемого работой технологического оборудования и ПНУ в.ч. в примыкающих помещениях жилых и общественных зданий, до нормативных значений должно носить комплексный характер и учитываться разработчиками начиная со стадии принятия архитектурно-строительных, объемно-планировочных и конструкторских решений.

## **5.5 Разработка решений по применению ПНУ при реконструкции систем водоснабжения зданий. Параметрический аудит**

5.5.1 Анализ стоимости жизненного цикла (в зарубежной практике принято сокращение LCC - Life Cycle Cost) – инструмент, который может помочь минимизировать затраты и повысить эффективность для многих типов систем, в том числе и для рассматриваемых насосных систем.

Примечание - Общее количество затрат за время существования (жизненный цикл) любого оборудования включает в себя:

- начальные (капитальные) затраты, в т.ч. стоимость проектных работ, цена приобретения, затраты на строительство (реконструкцию) и монтаж;

- эксплуатационные затраты, в т.ч. затраты на электроэнергию, затраты на обслуживание (в том числе, на постоянный персонал), затраты на текущее восстановление (на сервисные и ремонтные работы, а также на запасные части), затраты на плановые и внеплановые простои (в т.ч. на ликвидацию аварий, на вывод из эксплуатации и ввод в работу), экологические затраты и др.;

- затраты на прекращение деятельности, в т.ч. демонтаж и утилизацию.

5.5.2 Стоимость жизненного цикла определяется следующим соотношением:

$$LCC = C_{IC} + C_{IN} + C_E + C_O + C_M + C_S + C_{ENV} + C_D, \quad (14)$$

где  $LCC$  – стоимость жизненного цикла;

$C_{IC}$  – начальные затраты (цена приобретения насосного оборудования с сопутствующими принадлежностями);

$C_{IN}$  – затраты на монтаж оборудования и ввод в эксплуатацию (включая пуско-наладку и обучение персонала);

$C_E$  – затраты на электроэнергию (для функционирования системы, включая привод насоса, средства управления, и любые дополнительные устройства);

$C_O$  – операционные затраты (затраты на оплату персонала, обеспечивающего текущее обслуживание системы);  $C_M$  – затраты на сервисное обслуживание и ремонт (регулярный сервис и плановый ремонт);

$C_S$  – затраты на производственные потери (простои оборудования вне эксплуатации);

$C_{ENV}$  – затраты на экологию (устранение последствий загрязнения от работы насосного и вспомогательного оборудования);

$C_D$  – затраты на списание и утилизацию (включая восстановление местной окружающей среды и ликвидацию вспомогательного оборудования).

5.5.3 Перед реконструкцией существующей системы для получения данных необходимо проведение параметрического (насосного) аудита,

включая замеры расходно-напорных и электрических параметров предполагаемого к замене насосного оборудования.

Методика измерений должна обеспечивать получение результатов, используемых при моделировании *LCC* подобранного для замены насосного оборудования.

5.5.4 Для проведения параметрического (насосного) аудита следует применять мобильный измерительный комплекс (МИК), интегрирующий приборы, ПО и средства подключения к сети водоснабжения. Описание возможного варианта МИК, как системы контроля параметров подачи воды, представлено в Приложении Л.

## **6 Правила монтажа ПНУ(МАНС) в системах водоснабжения жилых и общественных зданий, контроль в ходе выполнения работ**

### **6.1 Общие и специальные требования к монтажу ПНУ в системах водоснабжения зданий**

6.1.1 ПНУ (МАНС) должна быть смонтирована на специальный фундамент или ровное и прочное основание, например бетонный пол.

6.1.2 Если проектом не предусмотрены виброопоры, ПНУ должна неподвижно крепиться к основанию или фундаменту с помощью болтов.

Необходимо исключить возможность подтопления МАНС.

В помещения для установки МАНС должна быть предусмотрена вентиляция, чтобы обеспечить достаточное охлаждение электродвигателей насосов. Со всех сторон МАНС следует обеспечить свободное расстояние 1м.

6.1.3 Расположение щита управления определяется проектом.

Стандартно размещение щита допускается в закрытом вентилируемом помещении с температурой от +5°C до +35°C; относительная влаж-

ность воздуха не более 90% – при температуре +20°C и не более 50% - при температуре плюс +35°C.

Окружающая среда должна быть не взрывоопасная, не содержащая агрессивных веществ, разрушающих металл и изоляцию. Стандартно высота установки над уровнем моря – до 1000 м, механические нагрузки не допускаются.

6.1.4 Стрелка на корпусе насоса указывает направление потока воды.

6.1.5 Для подключения МАНС к водопроводной сети необходимо применять трубы подходящего размера. Могут использоваться оба конца трубопровода. Свободный конец коллектора необходимо герметично закрыть и установить резьбовую крышку. На коллекторах с фланцами необходимо устанавливать глухие фланцы с уплотнительными прокладками.

6.1.6 Чтобы исключить возможность резонанса, всасывающий и напорный коллектора необходимо подключать к трубопроводам через компенсаторы.

Рекомендуется предусмотреть хомуты для крепления всасывающего и напорного коллекторов, которые позволят избежать передачи вибраций через трубопроводы.

6.1.7 Соединение трубопровода с МАНС должно осуществляться таким образом, чтобы в коллекторе и трубопроводе не возникало внутренних деформаций.

6.1.8 Трубопроводы должны крепиться к стене или к полу так, чтобы они не могли сдвигаться или прокручиваться.

6.1.9 Для контроля входного давления и защиты насоса от "сухого хода" предусмотрены датчики давления на всасывающем коллекторе МАНС.

6.1.10 Во время производственных наладочных испытаний в ПЛК, как правило, введены заводские установки давления: давление включения станции  $P_{\text{вкл}} = 0,1$  бар; давление выключения станции  $P_{\text{выкл}} = 0$  бар. Если

входное давление падает ниже значения  $P_{\text{выкл}}$ , насосы отключаются и выдается сигнал "сухой ход". Как только давление или уровень воды достигают значения  $P_{\text{вкл}}$ , насосы автоматически включаются.

6.1.11 При водозаборе из открытого резервуара необходимо предусмотреть дополнительную установку поплавкового выключателя или электродной защиты, которые не входят в стандартный комплект поставки. Задвижки на подводящих трубопроводах при работе насосной станции должны быть открыты. При необходимости защиту от "сухого хода" можно отключить, установив перемычки на соответствующих клеммах.

6.1.12 При размещении оборудования, подключении его к электросети и вводе в эксплуатацию необходимо руководствоваться требованиями инструкций по технике безопасности для электроустановок до 1000 В, действующих на предприятии. Подключение электропитания, датчиков и внешних контрольно-измерительных приборов должно выполняться специалистом в соответствии с прилагаемыми электрическими принципиальными схемами.

6.1.13 Монтаж и эксплуатация щита управления должны соответствовать ПТЭЭП и ПУЭ. Корпус щита должен быть заземлен в соответствии с требованиями ПУЭ и СНиП. Запрещается производить работы в щите под напряжением при снятых кожухах.

## **7 Правила выполнения, порядок проведения и контроль за пусконаладочными работами на ПНУ(МАНС) в системах водоснабжения жилых и общественных зданий**

### **7.1 Состав и порядок проведения пусконаладочных работ ПНУ (МАНС)**

7.1.1 Пусконаладочными работами МАНС является комплекс работ, включающий проверку, настройку и испытания оборудования с целью

обеспечения электрических параметров и режимов, заданных проектом, данные работы проводятся в период подготовки и проведения индивидуальных испытаний и комплексного опробования оборудования.

Примечание - Здесь понятие "оборудование" охватывает всю технологическую систему объекта, т. е. комплекс технологического и всех других видов оборудования и трубопроводов, электротехнические, санитарно-технические и другие устройства и системы автоматизации, предусмотренных проектом.

7.1.2 Под периодом индивидуальных испытаний понимается период, включающий монтажные и пусконаладочные работы, обеспечивающие выполнение требований, предусмотренных проектной и/или рабочей документацией, стандартами и техническими условиями, необходимыми для проведения индивидуальных испытаний отдельных машин, механизмов.

7.1.3 Под периодом комплексного опробования оборудования понимается период, включающий пусконаладочные работы, выполняемые после приемки оборудования рабочей комиссией для комплексного опробования, и проведение самого комплексного опробования до приемки объекта в эксплуатацию государственной приемочной комиссией.

## **7.2 Требования к проведению испытаний. Акты по результатам испытаний**

7.2.1 До начала индивидуальных испытаний ПНУ осуществляются пусконаладочные работы по электротехническим устройствам, автоматизированным системам управления, санитарно-техническому и теплосиловому оборудованию здания, выполнение которых обеспечивает проведение индивидуальных испытаний технологического оборудования ПНУ, при этом завершены работы по монтажу контура защитного заземления, введена в работоспособное состояние вся регулирующая и запорная арматура, на которой смонтированы исполнительные механизмы систем автоматизации; введена в действие система автоматического пожаротушения и сигнализации, иначе говоря, согласно СНиП "Электротехнические устройства"[6], пусконаладочные работы на ПНУ начинаются по завер-

шению III-го этапа пусконаладочных работ электротехнических устройств от которых и запутывается ПНУ.

7.2.2 Порядок и сроки проведения индивидуальных испытаний и обеспечивающих их пусконаладочных работ должны быть установлены графиками, согласованными монтажной и пусконаладочной организациями, генподрядчиком, заказчиком и другими организациями, участвующими в выполнении строительно-монтажных работ.

7.2.3 До начала работ оформляется письменное разрешение (Акт допуск на проведение работ) с указанием ответственных лиц по подаче электроснабжения и водоснабжения на ПНУ.

7.2.4 В связи с тем, что ПНУ поступают на строительную площадку полностью собранными и испытанными на предприятии-изготовителе, индивидуальным испытаниям на прочность и герметичность дополнительно не требуется.

7.2.5 До запуска ПНУ проводится проверка (входной контроль) основных узлов и деталей входящих в её состав.

### **7.3 Исполнительная документация**

Состав исполнительной документации:

- Акт входного контроля (в случае поставки оборудования подрядной организацией);
- Акт передачи оборудования в монтаж (в случае предоставления оборудования Заказчиком/Генподрядчиком);
- Акт о завершении электромонтажных работ;
- Акт гидравлических испытаний оборудования;
- Акт технической готовности оборудования к эксплуатации;
- Акт о завершении индивидуальных испытаний.

### **7.4 Пусконаладочные работы в части электрооборудования ПНУ**



7.4.1 Выполняется внешний осмотр двигателей, шкафа управления и кабелей питания на предмет отсутствия механических и др. повреждений.

7.4.2 Проверяется сопротивление обмоток статора электродвигателей двигателей.

7.4.3 Проверяется сопротивление изоляции электродвигателя.

7.4.5 Проверяются шильдики двигателей на соответствие с Щитом Управления по номинальным характеристикам (напряжение, рабочие токи, мощность).

7.4.6 Проверяется и корректируются токовые настройки защитного отключения электродвигателей по номиналу.

7.4.7 Проверяется качество питающей сети 3х380-415В.

7.4.8 Проверяется наличие заземления ПНУ.

7.4.9 В соответствии с прилагаемыми заводскими настройками (Приложения к "Руководству по монтажу и эксплуатации", электрической схеме, паспортам на насосное оборудование) выполняется проверка настроек частотного преобразователя/преобразователей и контроллера управления насосами.

7.4.10 Выполняется протяжка контактов коммутационных аппаратов перед пуском.

7.4.11 Выполняется пробный пуск для проверки правильности вращения электродвигателей.

7.4.12. Последовательность наладки МАНС определена в Таблице Е1 (Приложение Е)

7.4.13 При наличии особых требований по текущему составу защит и блокировок часть из них также может быть отключена, что фиксируется актом эксплуатирующей организации и службы сервиса поставщика. В таких случаях ответственность за работу оборудования полностью лежит на персонале, осуществляющем эксплуатацию. Сброс аварийного состоя-

ния ("сухой ход", общая авария), как правило, выполняется автоматически, при снятии аварийного состояния.

7.4.14 Подключение всех устройств электрооборудования системы управления должно быть выполнено таким образом, что все электродвигатели имеют одно и то же направление вращения.

7.4.15 Правильность направления вращения электродвигателей необходимо проверить кратковременным пуском соответствующих насосов. Если все электродвигатели при сетевом режиме эксплуатации имеют неправильное направление вращения, необходимо поменять местами подключение двух фаз питающих кабелей.

7.4.16 При неисправности преобразователя частоты насосная станция автоматически выключается и может быть включена оператором в ручную в сетевом режиме. Насосы будут работать в нерегулируемом (сетевом) режиме и включаются/выключаются в зависимости от потребности, что позволит обеспечить соответствующую потреблению производительность.

7.4.17 Для работы в сетевом режиме обязательно выполнение требований:

7.4.18 В меню ПЛК установить параметр [Наличие ПЧ]  $\Rightarrow$  "Отсутствует";

7.4.19 В системе напорного трубопровода должен быть установлен дополнительный мембранный напорный бак;

7.4.20 Давление воздуха в мембранном баке ПНУ (18литров) должно соответствовать давлению воздуха в дополнительном баке и быть равно  $0,9 P_{уст}$ .

В комплект поставки МАНС, как правило, входит мембранный бак. Рекомендуются установка в системе дополнительных баков, которые ограничат частоту включений насосов и сгладят колебания давления при откате ЧРП. Мембранный бак также необходим для реализации стоп-функции.

Выбор типа и размера мембранного гидробака зависит от конкретной системы и должен выполняться в ходе проектирования.

7.4.21 Чтобы обеспечить оптимальный режим эксплуатации, не превышая при этом максимально допустимой частоты повторнократковременных включений, рекомендуется регулярно проверять давление воздуха при нулевом избыточном давлении воды в мембранных напорных гидробаках. Проверка производится при пустом баке, для чего надо перекрыть кран подачи воды (под баком) и через спускную заглушку слить остатки воды из гидробака. Через воздушный нипель в верхней части бака манометром проверить давление подпора. Полученное значение должно составлять  $0,7 P_{\text{уст}}$  (при работе с преобразователем частоты),  $0,9 P_{\text{уст}}$  (без преобразователя частоты).

7.4.22 В процессе эксплуатации необходимо не реже одного раза в год производить осмотр и подтяжку электрических соединений, очистку от пыли и проверку точки крепления защитного заземления. Рекомендуется также следить за состоянием напряжения на вводах электроснабжения и своевременно принимать меры по устранению неполадок в питающей сети.

7.4.23 Уплотнения вала, как правило, не требуют технического обслуживания. Если какой-либо из насосов длительно простаивал без рабочей жидкости, следует снять кожух муфты и добавить пару капель жидкой силиконовой (кремний-органической) смазки на поверхность вала между головной частью насоса и муфтой. Это предотвратит залипание уплотнительных поверхностей. Для предотвращения "закисания" торцевых уплотнений насосов рекомендуется периодически производить технологические запуски для каждого насоса. Следует не реже 1 раза в год проверять состояние устройств очистки подводимой жидкости. Все операции с насосами должны производиться в соответствии с требованиями "Руководства по монтажу и эксплуатации" для соответствующих насосов.

7.4.24 Электродвигатели без шариковой масленки ( $P_2 < 11 \text{ кВт}$ ) не требуют технического обслуживания. Электродвигатели с шариковой масленкой могут смазываться тугоплавкой консистентной смазкой на литиевой основе. Если простои насоса ежегодно превышают 6 месяцев, рекомендуется выполнять смазку подшипников электродвигателей перед снятием с эксплуатации.

7.4.25 Если в период длительного простоя возможна опасность падения температуры до  $0^\circ\text{C}$  и ниже, вода из насоса должна сливаться. Чтобы слить из насоса воду, отворачивается резьбовая пробка отверстия для выпуска воздуха в верхней части и пробка сливного отверстия в основании.

7.4.26 Перед пуском насоса в эксплуатацию проверить и затянуть пробку отверстия для выпуска воздуха и установить пробку сливного отверстия.

#### **7.5 Пусконаладочные работы в части автоматического управления, защитных систем, диспетчеризации (удаленного мониторинга) и др. вспомогательного оборудования**

7.5.1 Необходимо проверить паспортные данные датчиков/реле давления на соответствие схеме и техническим характеристикам.

7.5.2 Далее выполняется внешний осмотр манометров, датчиков/реле давления и сигнальных проводов на предмет отсутствия механических повреждений.

7.5.3 Проверяется состояние контроллера управления на прием сигналов от датчиков/реле давления, других контроллеров (при наличии) на работоспособность и отсутствие повреждений при транспортировке, хранении и монтаже.

#### **7.6 Пусконаладочные работы технологического оборудования (ПНУ)**

7.6.1 Проверяется качество монтажа насосной установки на фундамент (размер фундамента, горизонтальность, наличие виброгасящих опор).

7.6.2 Проверяется качество монтажа напорного и подающего трубопровода к ПНУ, наличие виброгасящих вставок и отсутствие нагрузки от трубопроводов.

7.6.3 Удаляется воздух из насосов и приборов КИПа.

7.6.4 Настраивается давление воздуха в мембранном баке установке в соответствии с формулой  $P_{уст} \times 0,7$  (для регулируемых систем поддержания давления) и  $P_{уст} \times 0,9$  (для каскадных систем).

7.6.5 Выполняется пробный пуск насосной установки на "закрытую задвижку", с целью проверить арматуру, приборы КИПа и насосы на отсутствие протечек по фланцам и резьбовым соединениям.

## **7.7 Контроль выполнения работ**

7.7.1 После проверки оборудования и отсутствия замечаний выполняется завершающий этап пуско-наладки ПНУ:

- по заданным параметрам (данные проекта) через панель управления вносятся необходимые параметры работы насосной установки (рабочее давление, мах давление, min давление, давление "сухого хода", и др. необходимые настройки; обеспечивающие работу ПНУ в соответствии с проектом);

- по согласованию с владельцем электроустановки (эксплуатация) и ответственными за санитарно-техническое оборудование здания выполняется запуск установки на систему водоснабжения с выводом ПНУ на эксплуатационный режим.

Примечание - При этом проверяется:

заданный режим эксплуатации ПНУ в один, два или несколько насосов;

чередование насосов по наработке мото-часов;

включение резервного насоса при отключении рабочего;

отключение ПНУ по достижению заданного значения по давлению и отсутствию водопотребления;

отключение ПНУ при сильном падении давления в напорном трубопроводе (прорыв напорного трубопровода);

отключение ПНУ при достижении максимального давления в напорном трубопроводе (повреждение датчика давления);

переключение ПНУ в "сетевой режим" при повреждении частотного преобразователя;

работоспособность обратных клапанов;

шум и вибрация насосов;

отображение достоверной информации о работе оборудования на панели управления ПНУ;

наличие рабочей световой и звуковой сигнализации ПНУ (если есть);

окончательная протяжка контактов щита управления ПНУ.

7.7.2 В ходе проведения пусконаладочных работ выполняется инструктаж обслуживающего персонала правилам технического обслуживания в соответствии с "Руководством по монтажу и эксплуатации" завода изготовителя ПНУ.

7.7.3 После выполнения пусконаладки и отсутствия замечаний от Заказчика или уполномоченного представителя оформляются:

- Акт технической готовности оборудования (Приложение И);

- Если монтаж и сборка ПНУ выполнена монтажной организацией на месте производства работ, то после сборки выполняются гидравлические испытания, а после наладки выполняется обкатка оборудования с оформлением Акта индивидуального испытания оборудования (Приложение К). Количество часов или суток обкатки оборудования определяется по согласованию сторон.

7.7.4 С подписанием настоящих актов пусконаладочные работы считаются выполненными и готовы для предъявления приёмочной комиссии к приёмке в эксплуатацию.

Примечание - Как правило, участие пусконаладочной организации в комплексных испытаниях инженерных сетей здания с учётом работы ПНУ не требуется.

## **8 Правила выполнения, порядок проведения и контроль ввода в эксплуатацию ПНУ в системах водоснабжения жилых и общественных зданий**

8.1 В случае проведения работ по установке МАНС в системах водоснабжения жилых или общественных зданий:

При строительстве, капитальном ремонте или реконструкции здания - в эксплуатацию вводится объект капитального строительства(жилое или общественное здание). Состав приемочной комиссии определяет Заказчик. Оформление документов по вводу здания в эксплуатацию лежит на Заказчике в соответствии с назначением здания и требованиями законодательства РФ.

8.2 При капитальном ремонте или реконструкции ПНС (МАНС) - в эксплуатацию вводится основное средство. Состав приемочной комиссии определяет Заказчик и на основании исполнительной документации Заказчик оформляет приказ (акт) о вводе в эксплуатацию основного средства.

## **9 Требования к трудовым и материально-техническим ресурсам при монтаже и наладке ПНУ**

### **9.1 Требования к трудовым ресурсам. Состав и квалификация персонала**

9.1.1 Работники, принимаемые для выполнения работ по монтажу и наладке МАНС, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки такие работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно-тренировочных центрах и т.п.).

9.1.2 Профессиональная подготовка персонала, повышение его квалификации, проверка знаний и инструктажи проводятся в соответствии с требованиями государственных и отраслевых нормативных правовых актов по организации охраны труда и безопасном производстве работ.

## **9.2 Основной инструмент и оборудование. Слесарный инструмент**

9.2.1 Основными электроинструментами являются:

- перфоратор;
- углошлифовальная машинка;
- шуруповёрт.

9.2.2 Основной слесарный инструмент:

- набор отверток (плоских);
- набор отверток (крестообразных);
- набор ключей рожковых (6 - 32);
- набор ключей накидных (6 - 32);
- набор ключей торцевых шестигранных;
- плоскогубцы с диэлектрическими ручками;
- узкогубцы (утконосы);
- кусачки (бокарезы);
- набор ключей газовых;
- ременной ключ;
- молоток;
- молоток полиуретановый;
- штангельциркуль;
- напильник плоский;
- нож монтажный;
- набор головок специальных (звёздочки);
- фонарик .

## **9.3 Средства измерений. Перечень контрольно-измерительных приборов, инструмента, инвентаря и приспособлений**



9.3.1 Основными средствами измерений являются:

- мегомметр ( гос. реестр);
- клещи электрические ( гос. реестр);
- тестер-мультиметр ( гос. реестр);
- определитель правильного чередования фаз;
- задатчик сигналов (0-20мА, 4-20мА, 0-10 В);
- прибор определения скорости вращения вала эл. двигателя
- прибор для определения правильной коммутации обмоток статора

электродвигателя;

- индикаторы напряжения;
- диэлектрические перчатки;
- компьютер с необходимым программным обеспечением;
- принтер;
- прибор дистанционного управления и снятия информации с внутренних контроллеров электродвигателя (типа R100 VI версия или более новые).

#### **9.4 Принадлежности для страховки и такелажных работ**

9.4.1 К принадлежностям для страховки и такелажных работ относятся:

- грузоподъемное оборудование (ручная таль );
- техническая оснастка (тросы, стропы, канаты, крюки, монтажки и т.д.);

#### **9.5 Прочее оборудование, инструмент и вспомогательные материалы**

9.5.1 К прочему вспомогательному инструменту и материалам относятся:

- промышленный фен;
- пылесос;
- паяльник;
- удлинитель;

- рулетка;
- прибор лазерной центровки соединительных муфт насосов и электродвигателя;
- набор центровочных пластин.

## **9.6 Контроль выполнения**

9.6.1 Контроль за выполнением работ по безопасному производству работ по монтажу, шеф-монтажу и пусконаладке возлагается на ответственных лиц Приказом по предприятию в соответствии с разработанным на предприятии стандартом контроля качества.

## **10 Правила выполнения и контроль за техникой безопасного выполнения работ при монтаже МАНС**

### **10.1 Нормативные документы, регламентирующие правила безопасности при организации и выполнении работ. Противопожарная безопасность при монтаже и наладке ПНУ**

10.1.1 К нормативным документам, регламентирующим правила безопасности при организации и выполнении работ можно отнести:

- СП 6.3130.2013 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требование пожарной безопасности»
- СП 48.13330.2011 «СНиП 12–01–2004 Организация строительства»
- СП 49.13330.2010 «СНиП 12–03–2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»
- СП 51.13330.2011 «СНиП 23–03–2003 Защита от шума»
- СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
- СНиП 12–04–2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»
- ВСН 329–78 «Инструкция по технике безопасности при монтаже и наладке приборов контроля и средств автоматизации»

10.1.2 Производственные территории должны быть оборудованы средствами пожаротушения согласно ППБ-01, зарегистрированных Минюстом России 27 декабря 1993 г. № 445.

10.1.3 В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м.

10.1.4 Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

10.1.5 Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

10.1.7 Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

**10.2 Действия представителей монтажных организаций в случае возникновения опасных условий в зоне работ, вызывающих угрозу жизни и здоровья людей. Указания по применению индивидуальных средств защиты**

10.2.1 Перед началом работ в условиях производственного риска необходимо выделить опасные для людей зоны, в которых постоянно действуют или могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполняемых работ.

10.2.2 К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов относятся:

- места вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок;

- места вблизи от неогражденных перепадов по высоте 1,3 м и более;
- места, где возможно превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

К зонам потенциально опасных производственных факторов следует относить:

- участки территории вблизи строящегося здания (сооружения);
- этажи (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж (демонтаж) конструкций или оборудования;
- зоны перемещения машин, оборудования или их частей, рабочих органов;
- места, над которыми происходит перемещение грузов кранами.

10.2.3 При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных в п. 10.2.2, безопасность при монтаже инженерного оборудования зданий и сооружений должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием методов и средств для обеспечения вентиляции, пожаротушения, выполнения работ на высоте;
- методы и средства доставки и монтажа оборудования;
- меры безопасности при выполнении работ в траншеях и колодцах;
- особые меры безопасности при травлении и обезжиривании трубопроводов.

10.2.4 Места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон.

На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов - сигнальные ограждения и знаки безопасности.

Места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон.

На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов - сигнальные ограждения и знаки безопасности.

10.2.5 В организации должно быть организовано проведение проверок, контроля и оценки состояния охраны и условий безопасности труда, включающих следующие уровни и формы проведения контроля:

- постоянный контроль работниками исправности оборудования, приспособлений, инструмента, проверка наличия и целостности ограждений, защитного заземления и других средств защиты до начала работ и в процессе работы на рабочих местах согласно инструкциям по охране труда;

- периодический оперативный контроль, проводимый руководителями работ и подразделений предприятия согласно их должностным обязанностям;

- выборочный контроль состояния условий и охраны труда в подразделениях предприятия, проводимый службой охраны труда согласно утвержденным планам.

При обнаружении нарушений норм и правил охраны труда работники должны принять меры к их устранению собственными силами, а в случае невозможности этого прекратить работы и информировать должностное лицо.

В случае возникновения угрозы безопасности и здоровью работников ответственные лица обязаны прекратить работы и принять меры по устранению опасности, а при необходимости обеспечить эвакуацию людей в безопасное место.

10.2.6 Работники должны быть обеспечены сертифицированными средствами индивидуальной защиты: спецодежда, обувь с нескользящей подошвой и ударозащитным носом, перчатки, каски (комплект А, белого цвета - для руководящих работников организаций и предприятий, началь-

ников участков и цехов, общественных инспекторов по охране труда, работников службы охраны труда; красного - для работников линейной службы (мастеров, прорабов, механиков, энергетиков); желтого и оранжевого - для рабочих и младшего обслуживающего персонала), защитные очки; при проведении пусконаладочных работ для защиты от поражения постоянным и переменным электротоком - перчатки диэлектрические штанцованные или перчатки диэлектрические из латекса с улучшенными свойствами.

### **10.3 Инструктаж персонала. Порядок и сроки оформления документов**

10.3.1 В соответствии с требованиями статьи 212 Трудового кодекса Российской Федерации, утвержденного Федеральным законом от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ, «Работодатель обязан обеспечить:

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда, безопасных методов и приемов выполнения работ;

- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;

- наличие комплекта нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой деятельности организации».

10.3.2 Вводный инструктаж проводится со всеми вновь принимаемыми на работу (независимо от стажа работы по данной профессии или должности, образования и характера будущей работы), а также с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, направленными на стройку для прохождения производственного обучения или практики.

Цели вводного инструктажа - ознакомить новых работников с общими правилами техники безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии, оказания доврачебной помощи и поведения на территории стройки, с вопросами профилактики производственного травматизма, а также со специфическими особенностями работы на строительной площадке. Во время вводного инструктажа желательно широко использовать в качестве примеров характерные случаи неправильных действий работающих, приведших к несчастным случаям. После проведения общего вводного инструктажа должна быть проведена проверка усвоения прослушанного материала.

Вводный инструктаж в строительной организации, предприятии проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом по организации возложены эти обязанности, с группой вновь поступивших работающих или отдельными лицами в кабинете по охране труда или специально оборудованном помещении в форме беседы с максимальным использованием современных технических средств обучения, наглядных пособий и пропаганды (плакатов, схем, моделей, макетов, кинофильмов, диапозитивов, диафильмов, натуральных экспонатов, видеофильмов и т.д.), поясняющих безопасные методы и приемы труда, а также способствующих лучшему усвоению проработанного материала.

10.3.4 Первичный инструктаж на рабочем месте проводит руководитель работ (мастер, прораб, старший прораб, механик, энергетик и т.д.), в подчинение к которому направлен рабочий.

Цель инструктажа - ознакомить рабочего с производственной обстановкой и требованиями безопасности при выполнении порученной работы.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится в виде беседы по программам (инструкциям) индивидуально с каждым рабочим или с группой рабочих, обслуживающих однотипное оборудование в пределах общего рабочего места.

Инструктирующий перед началом беседы выясняет уровень знаний рабочего по технике безопасности и проводит инструктаж в зависимости от квалификации рабочего, его умения применять безопасные методы труда. Если инструктируемый знаком с правилами техники безопасности, беседу можно проводить в виде вопросов и ответов. При этом основная задача руководителя работ заключается в том, чтобы внести необходимые поправки при неточных и неполных ответах, показать на рабочем месте безопасные методы труда и указать, к каким последствиям могут привести нарушения правил техники безопасности.

Инструктаж на рабочем месте не ограничивается беседой и ознакомлением со строительным объектом. Инструктаж на рабочем месте завершается проверкой знаний, устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы. Знания проверяет работник, проводивший инструктаж.

10.3.6 Целевой (текущий) инструктаж проводят мастер или прораб с работниками перед выполнением ими работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы, что фиксируется в наряде-допуске или другой документации, разрешающей производство работ.

#### **10.4 Контроль выполнения**

10.4.1 Согласно требованиям СНиП 12-03-2001 [8] В организации должно быть организовано проведение проверок, контроля и оценки состояния охраны и условий безопасности труда, включающих следующие уровни и формы проведения контроля:

- постоянный контроль работниками исправности оборудования, приспособлений, инструмента, проверка наличия и целостности ограждений, защитного заземления и других средств защиты до начала работ и в процессе работы на рабочих местах согласно инструкциям по охране труда;



- периодический оперативный контроль, проводимый руководителями работ и подразделений предприятия согласно их должностным обязанностям;

- выборочный контроль состояния условий и охраны труда в подразделениях предприятия, проводимый службой охраны труда согласно утвержденным планам.

Приложение А

(справочное)

Параллельная и последовательная работа насосов

Таблица А1

Насосы, установленные параллельно	Насосы, установленные последовательно
<p>Подход применяется в насосных станциях водоснабжения, имеющих переменный расход (подачу), обеспечение текущего потребного расхода выполняется путем отключения/включения параллельных насосов. Обычно используются насосы одного типа и размера, однако отличия типоразмера возможны. Часть насосов могут быть частотно регулируемы и поэтому работать с иными характеристиками. Сочетание параллельности и регулирования частоты вращения - оптимальный путь достижения эффективной работы насосов при изменении расхода.</p>	<p>Подход используется в системах, где требуется высокое давление. Многоступенчатые насосы также устроены по принципу последовательности соединения, т.е. одна ступень равнозначна одному насосу. Результирующая характеристика – итог сложения напоров каждого из насосов при одном и том же расходе. Могут использоваться разные насосы, один или несколько могут быть регулируемы. Комбинации последовательных насосов с фиксированной и регулируемой скоростью используются там, где требуется постоянство высокого давления.</p>

**Приложение Б**

(справочное)

**Параметры и условия эксплуатации стандартного МАНС**

Таблица Б1 -

Подача:	До 600 м <sup>3</sup> /ч
Напор:	До 140 м в.ст.
Количество насосов:	От 2 до 6 шт. (по требованиям СП 30.13330.2012 и СП 31.13330.2012) не менее чем один из них – резервный)
Уровень звука насоса	ниже 70 дБ
Температура рабочей среды:	До 40°C (до 70°C)
Температура окружающей среды:	От 0 до +40°C
Макс. давление на выходе:	10, 16, 25, 40 бар
Мин. давление на входе	определяется с учетом NPSH (высоты столба жидкости над всасывающим патрубком) + прочие потери. Запас по высоте столба жидкости не менее 0,5 м при перекачивании воды без воздуха. При перекачивании воды с пузырьками воздуха запас по высоте столба жидкости должен увеличиваться
Макс. давление на входе	От 4 до 15 бар. Определяется типом насоса. Фактическое давление на подводящем коллекторе плюс давление нагнетания насоса при закрытой запорной арматуре не должны превышать максимально допустимого давления на выходе
Сетевое напряжение	3 х 400 В / 50 Гц / N / PE
Допуски на отклонение напряжения	10%/+6% от расчетного значения напряжения
Ток, потребляемый системой управления	не более 1,0 А

Приложение В

(рекомендуемое)

Общая характеристика насосов для повышения напора/давления

в СХВ зданий (ДПЭ)

(на примере производственной программы Грундфос)

Таблица В1

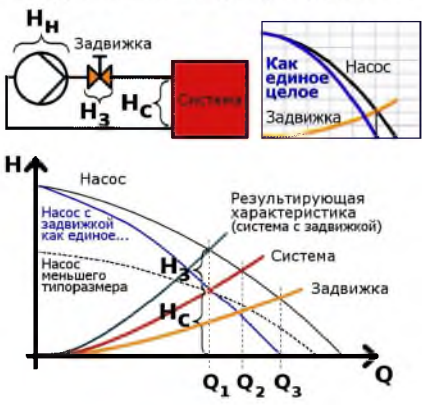
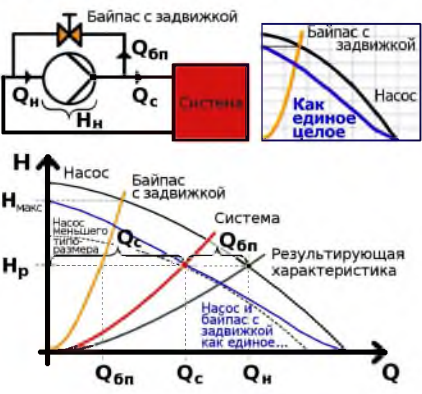
№ п/п	Тип насоса и диапазон параметров*) (расход, напор, КПД)	Общий вид	Область применения
1	Консольные насосы расход $Q$ , м <sup>3</sup> /ч:[10; 2000] напор, $H$ , м:[10; 150] КПД, $\eta_n$ , %:[40; 87]		обеспечение циркуляции в системах отопления, кондиционирования, вентиляции; системы пожаротушения; водоснабжение, в т.ч. повышение давления в системах водоснабжения
2	Одноступенчатые насосы типа <u>ин-лайн</u> с соосными патрубками, одинарные или сдвоенные расход $Q$ , м <sup>3</sup> /ч:[10; 4500] напор, $H$ , м:[5; 170] КПД, $\eta_n$ , %:[50; 85]		в отопительных системах (основной или технологический насос контура и т.п.); в системах охлаждения, вентиляции и кондиционирования ( $t^\circ$ жидкости ниже $t^\circ$ вокруг); в водоподготовке и повышении давления (повысительный насос)
3	Бустерные модули расход $Q$ , м <sup>3</sup> /ч:[1; 300] напор, $H$ , м:[10; 470] КПД, $\eta_n$ , %:[45; 77]		водоподготовка (системы мембранной обратноосмотической фильтрации); водоснабжение, в т.ч. повышение давления в технологических процессах и системах водоснабжения
4	Многоступенчатые центробежные насосы расход $Q$ , м <sup>3</sup> /ч:[1; 180] напор, $H$ , м:[10; 330] КПД, $\eta_n$ , %:[45; 81]		в системах отопления, кондиционирования, вентиляции (питательный, циркуляционный насос); перекачивание маловязких или агрессивных жидкостей; водоподготовка (мембранные системы обратного осмоса); повышение давления в технологических процессах и системах водоснабжения

Приложение Г

(рекомендуемое)

Методы регулирования рабочих параметров насоса

Таблица Г 1

Метод (схема и результаты)	Характеристика метода регулирования
<p><b>1. Дроссельное регулирование</b></p> 	<p>Дроссельное регулирование – задвижка устанавливается последовательно после насоса, увеличивая сопротивление системы и снижая расход (см. рис.): без задвижки – расход <math>Q_2</math>, с задвижкой расход снижен до значения <math>Q_1</math>. Задвижка ограничивает максимум расхода значением <math>Q_3</math> даже при абсолютно пологой характеристике системы. При дросселировании насос обеспечивает напор выше необходимого системе <math>H_n = H_c + H_z</math>. Потребный расход <math>Q_1</math> при более низком напоре <math>H_c</math> обеспечит меньший насос, как правило, с меньшим энергопотреблением.</p> <p>Избыточная полезная мощность <math>\Delta N = \rho \times g \times Q_1 \times H_z</math></p>
<p><b>2. Регулирование байпасом</b></p> 	<p>Байпасный (перепускной) трубопровод, параллельный насосу, обеспечивает регулирование его параметров. При открытом байпасе даже в случае отсутствия расхода в системе насос не будет работать на закрытую задвижку, т.к. всегда будет некий расход через "открытый" байпас.</p> <p>Максимальный напор в системе ограничен <math>H_{\max}</math>. Расход насоса равен сумме расхода системы и расхода через байпас <math>Q_n = Q_c + Q_{bp}</math>. Потребный расход <math>Q_c</math> мог быть обеспечен меньшим насосом без перепуска; расход насоса был бы ниже и потребление энергии тоже снизилось.</p> <p>Избыточная полезная мощность <math>\Delta N = \rho \times g \times Q_{bp} \times H_p</math></p>

Метод (схема и результаты)	Характеристика метода регулирования
<p><b>3. Коррекция диаметра рабочего колеса</b></p> <p>1 - характеристика насоса при начальном диаметре рабочего колеса <math>D_1</math>                  2 - характеристика насоса при уменьшенном диаметре рабочего колеса <math>D_2</math></p> 	<p>При уменьшении диаметра рабочего колеса <math>D</math> характеристика снижается, рабочие точки лежат на прямой с началом в <math>(0, 0)</math>. Значения диаметра <math>D</math> связаны с параметрами</p> $\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4; \frac{\eta_1}{\eta_2} = 1.$ <p>На практике КПД насоса <math>\eta</math> снижается, уменьшение незначительно, если <math>\Delta D = D_1 - D_2</math> мало (<math>&lt; 0,2D_1</math>).                  Уровень снижения <math>\eta</math> зависит от типа насоса и рабочей точки.                  Коррекция диаметра колеса <u>не проводится при работе</u>, а выполняется перед монтажом или во время ремонта.</p>
<p><b>4. Регулирование скорости</b> (частоты вращения)</p>  <p><math>\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}</math>  <math>\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2</math>  <math>\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3</math></p>	<p>Регулирование скорости с помощью преобразователя частоты тока - наиболее эффективный способ регулирования.                  Влияние изменения скорости насоса (частоты вращения рабочего колеса) на параметры отражено в уравнениях на рис., которые действительно, если <u>характеристика системы неизменна</u> для <math>n_1</math> и <math>n_2</math> - парабола с вершиной <math>(0, 0)</math>.                  Предполагается, что КПД насоса <math>\eta</math> остается неизменным.                  На практике отклонение частоты вращения (скорости насоса) от номинальной приводит к снижению кривой КПД насоса (рис.), максимум КПД насоса при снижении скорости не ниже 50% от номинала можно определять</p> $\eta_2 = 1 - (1 - \eta_1) \times (n_1/n_2)^{0,1}.$

## Приложение Д

(рекомендуемое)

## Управление работой контроллера (пример)

Д.1 Управление работой контроллера осуществляется на основе системы экранных меню, выбор которых производится при помощи функциональных кнопок F1...F6. Перемещение по пунктам меню производится нажатием кнопок [▲] и [▼], вход в пункт меню – нажатием кнопки [▶].

Д.1.1 При нажатии кнопки [F1] контроллер переходит в режим отображения текущей информации – "установки" давления, текущего давления на выходе насосной станции, давления на входе (при наличии датчика давления), состояния насосов и ПЧ, текущих даты и времени, режима работы станции и текущего состояния станции. В нижнем левом углу расположена информация о состоянии насосов. В третьей строке идет порядковый номер насоса, ниже – буквенный код его текущего состояния:

s – насос находится в сетевом режиме, отключен;

S – насос находится в сетевом режиме, включен;

f – насос подключен к частотному преобразователю, не вращается;

F – насос подключен к частотному преобразователю, вращается;

B – "сработала" защита электродвигателя насоса (автомат).

Рядом с информацией о состоянии насосов выведена частота выходного напряжения  $F_v$  частотного преобразователя в Герцах.

Д.1.2 При нажатии кнопки [F2] на дисплее контроллера появляется меню включения и отключения станции. Для включения надо нажать кнопку [enter], для отключения - [escape]. Если система управления зафиксировала одно из событий, препятствующих пуску станции, информация об этом будет выведена на табло контроллера. В этом случае включение станции в автоматическом режиме будет невозможно до устранения неисправности.

Д.1.3 При нажатии кнопки [F3] оператор получает доступ к журналу неисправностей, в котором хранится информация о ста последних случаях – порядковый номер насоса, дата и время отказа. Для перемещения по журналу используются кнопки [▲] и [▼] (с шагом в 10 записей) и [◀], [▶]. Также при входе в журнал квитируются аварии станции.

Д.1.4 Просмотр состояний насосов и пуск в ручном режиме. При нажатии кнопки [F4] на дисплее можно посмотреть историю работы соответствующего насоса – заводской номер, отработанные часы, количество отказов. Выбрав "Ручной пуск" и

нажав кнопку [enter] можно принудительно включить насос. Для этого необходимо, чтобы автоматическое управление было выключено [F2], а также не было условий, препятствующих включению насосов (превышение максимального давления, "сухой ход").

Д.1.5 При нажатии кнопки [F5] контроллер входит в режим установки текущего времени и даты. Для правильной работы "Журнала неисправностей" необходимо ввести точное текущее время и дату при запуске ПНУ в эксплуатацию.

Д.2 Настройки системы управления представлены в таблице Д1.

При нажатии [F6] контроллер запрашивает пароль для входа в меню F6. Пароль вводится кнопкой [1]. Перемещение по пунктам меню – при помощи кнопок [▲] и [▼], вход в отмеченный указателем ">" пункт – нажатием кнопки [▶] или [enter]. Для изменения значения параметра его ввод необходимо завершать нажатием кнопки [enter], для отмены изменения следует нажать [escape]

Таблица Д1 – Параметры настройки системы управления МАНС (F)

Параметр	Принимаемое значение	Заводские настройки	Назначение
<b>Параметры насосов</b>			
Количество насосов	2 ... 4	-	Количество насосов в составе МАНС. Должно быть равно реальному числу насосов
Наличие ПЧТ	Отсутствует/ Присутствует	-	Наличие преобразователя частоты в составе МАНС
<b>Насос 1, 2... (n)</b>			
Зав №	0 ... 99999999	-	Идентифицирует насос по номеру. При изменении параметра происходит обнуление параметров <i>Время работы</i> и <i>Кол.отказов</i>
Режим	Рабочий /Отключен	Рабочий	Параметр характеризует принцип управления насосом. <i>Рабочий</i> – насос в рабочем состоянии. <i>Отключен</i> – насос постоянно выключен (при любых условиях не будет учитываться системой управления)
Наработка	0 ... 999999	-	Количество наработанных часов насоса
Кол.отказов	0 ... 99	-	Количество отказов насоса
<b>Установка давления</b>			
Р.уст "День"	0,0 ... 16,0 бар	5,0 бар	Действ. уставка давления для дневного режима
Время вкл. "День"	00:00 ... 23:59	6:00	Время переключения на уставку давления дневного режима (начало уставки "День")
Р.уст "Ночь"	0,0 ... 16,0 бар	5,0 бар	Действ. уставка давления для ночного режима



Параметр	Принимаемое значение	Заводские настройки	Назначение
Время вкл. "Ночь"	00:00 ... 23:59	00:05	Время переключения на уставку давления ночного режима (начало уставки "Ночь")
Смена режимов	Дневной постоянно/ Ночной постоянно/ По таймеру/ Дистанционно	Дневной постоянно	<i>Дневной постоянно</i> – МАНС работает только по уставке давления дневного режима <i>Ночной постоянно</i> – МАНС работает только по уставке давления для ночного режима <i>По таймеру</i> – станция будет переключаться с дневного на ночной режим согласно уставкам времени переключения режимов <i>Дистанционно</i> – смена режима работы станции от сигнала дистанционного управления
Р. уст "АЛЬ-ТЕРН."	0,0 ... 16,0 бар	5,0 бар	Давление для альтернативного (пожарного) режима работы МАНС
Р. максимальное	0,0 ... 16,0 бар	10,0 бар	При достижении этой величины произойдет отключение насосов МАНС
<b>ПИД-регулирование</b>			
Коэффициент усил. Р	0,1 ... 1000,0	5,0	Коэффициент усиления (коэффициент пропорциональности Р) ПИД-регулятора
Время интегр. Тi	0,0 ... 1000,0 с	1,0 сек	Время интегрирования (постоянная интегрирования) ПИД-регулятора
Зона нечувствит.	0,1 ... 20,0 %	1,0 %	Ширина зоны нечувствительности (процент от уставки давления), в пределах зоны колебания давления не учитываются регулятором
<b>Параметры</b>			
Порог1	0,0 ... 1,6	0,1 бара	Отклонение выходного давления от заданного значения (в барах), при котором происходит подключение или отключение дополнительного насоса в сетевом режиме. Для включения/отключения следующего насоса отклонение выходного давления должно отличаться от заданного значения на указанную величину в течение времени не менее, чем <i>Задержка Вкл/Откл</i>
Порог2	0,0 ... 1,6	0,2 бара	Отклонение выходного давления от заданного значения (в барах), при котором происходит подключение или отключение дополнительного насоса в сетевом режиме без временной задержки
Н вкл/час	0 ... 160	60	Максимальное допустимое количество включений насоса в час
Задержка Вкл/Откл	0 ... 999 сек	15 сек	Время задержки пуска дополнительного насоса

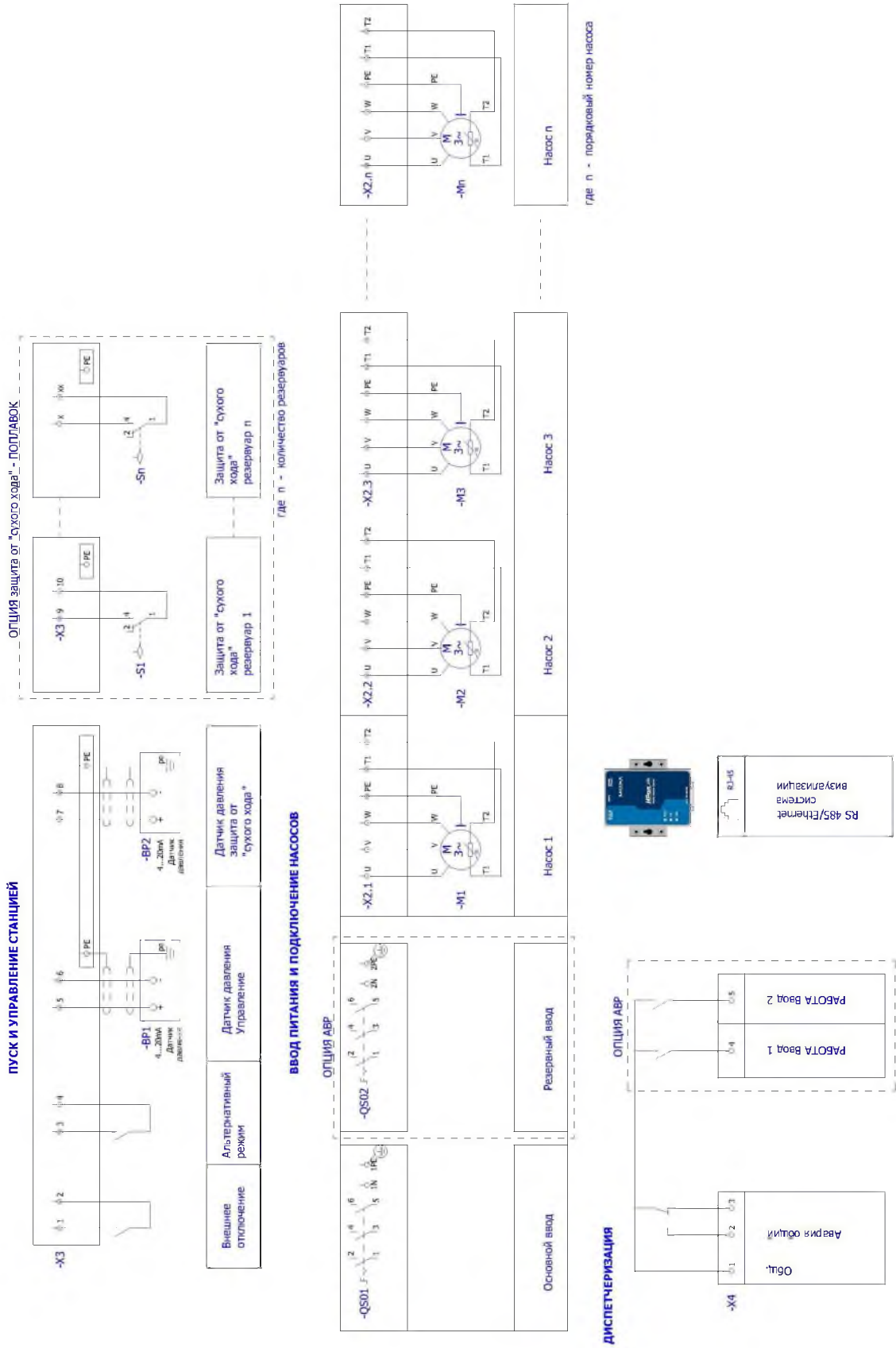
Параметр	Принимаемое значение	Заводские настройки	Назначение
F_min подачи	1 ... 50 Гц	25 Гц	Частота, при достижении которой частотным насосом отключается сетевой насос (только при наличии ПЧТ)
Смена насосов	Производить /Не производить	Производить	Включает/выключает алгоритм смены насосов
Время смены	00:00 ... 23:59	03:00	Время смены работающих насосов для обеспечения одинаковой наработки моточасов
Диапазон датч.давл.	0,0 ... 25,0 бар	16,0 бар	Диапазон измерения датчика давления
Мин.давление	0,0 ... 16,0 бар	0,5	Параметр, определяющий допустимое минимальное давление при работе МАНС. При текущем давлении, меньшем чем <i>Мин.давление</i> , формируется сигнал "Авария" (Неисправность магистрали)
Упр. при низком Р	Отключать станцию/ Не отключать станцию	Отключать	<i>Отключать станцию</i> – при возникновении сигнала "Авария" по минимальному давлению, станция отключится <i>Не отключать станцию</i> – при возникновении сигнала "Авария" по минимальному давлению, станция продолжит работу, при этом сигнал "Авария" не снимется
Резервные насосы	0 ... 4 (в зависимости от исполнения станции)	0	Количество резервных насосов в МАНС. Параметр влияет на максимальное количество одновременно работающих насосов. В альтернативном (пожарном) режиме данный параметр игнорируется.
Защита от закис.	Отключена/ Проворот раз в 24 ч/ Проворот раз в 48 ч/ Проворот раз в нед	Проворот раз в нед.	<i>Отключена</i> - функция защиты от "закисания" отключена. <i>Проворот раз в 24 ч (48 ч, Нед)</i> – если МАНС была в остановленном состоянии 24 ч (48 ч, Нед), каждый из подключенных насосов в ее составе последовательно с 5 сек. интервалом запускается в сетевом режиме на 1 сек
Контроль "сухого" хода			
Метод определ. СХ	Реле давления /Датчик давления	Реле давления	Способ определения "сухого" хода – по дискретному сигналу реле давления или по аналоговому сигналу датчика давления. Параметры настройки далее в разделе доступны только при выборе датчика давления
Диапазон датчика	0,0 ... 25,0 бар	10,0 бар	Диапазон измерения датчика давления на входе в станцию
Уровень сух. хода	0,0 ... 25,0 бар	1,0 бар	Уровень давления на входе, ниже которого МАНС отключается по "сухому" ходу

Параметр	Принимаемое значение	Заводские настройки	Назначение
Уровень вкл.насос.	0,0 ... 25,0 бар	1,5 бар	Уровень давления на входе, при превышении которого сигнал "сухого" хода снимается, и МАНС опять включается в работу
Внешнее управление			
Выбор сигнала	Замыканием/ Размыканием	Замыканием	
Назначение сигнала	Отключение/ Ночной режим	Отключение	Если в разделе <i>Установка давления</i> параметр <i>Смена режимов</i> задан " <i>Дистанционно</i> ", то здесь автоматически – " <i>Ночной режим</i> "
Режим отключения	Без фиксации/ С фиксацией	Без фиксации	<u>При Назначение сигнала &gt; "Отключение"</u> <i>Без фиксации</i> – МАНС включится сразу по сигналу (режим активен до отключения) <i>С фиксацией</i> – пуск МАНС производится в ручном режиме [F2] после сигнала
Неисправность датчика давления			
Частота	0 ... 50 Гц	40 Гц	При неисправном датчике давления, если станция включена (и не в пожарном режиме), то включаются насосы в количестве "Вкл.насосы", частотный насос работает на частоте = ( <i>Частота</i> – 5 Гц)
Вкл. Насосы	1 ... 4 (в зависимости от исполнения станции)	1	
Функция останова			
Время анализа Р.	0 ... 999 сек	120 сек.	Параметры встроенной функции останова. Если за <i>Время анализа Р</i> максимальное отклонение текущего давления от заданного не превысило значение Порога №1, то определяется отсутствие расхода и выполняется остановка насосов (доступна только при ПЧТ)
Давление подбыва Р	0 ... 160 %	10 %	
Тестовое сниж. част	0,0 .. 50,0 Гц	3,0 Гц	Значение, на которое уменьшается частота ПЧТ при определении отсутствия расхода.
Очистка журнала			
			Очистка журнала списка аварий.
Заводские установки			
			Для сброса настраиваемых параметров МАНС в заводские значения. Навести курсор пункт меню "Зав.Установки", нажать [▶], нажать [▶], нажать [enter]
Отладочное меню			
Дискр. входы			Отображает состояния и значения дискретных и аналоговых входов и выходов контроллера
Дискр. выходы			
Аналог. входы			

**ССНО (проект, первая редакция)**

Параметр	Принимаемое значение	Заводские настройки	Назначение
Аналог. выходы			

Рисунок Д2 - схема внешних подключений МАНС (тип F)



**Приложение Е**

(рекомендуемое)

**Порядок наладки МАНС**

Таблица Е1

№ п/п	Действия персонала в ходе наладки
1	Проверить соответствие комплектации МАНС спецификациям заказа и убедиться в отсутствии повреждений отдельных узлов и деталей.
2	Произвести затяжку всех электрических соединений, проверить целостность узлов, аппаратов, изоляции электрических цепей. Перед вводом в работу проверить наличие заземления.
3	Подключить магистраль подачи воды и питающие кабели. Отключить вводные автоматы, а также автоматические выключатели всех насосов.
4	Закрывать запорные вентили в напорной магистрали насосов и заполнить всасывающую магистраль и МАНС водой.
5	Перед вводом в работу щита управления выполнить требования "Руководства по монтажу и эксплуатации" для насосов.
6	Произвести электрическое соединение внешних компонентов согласно прилагаемой схеме.
7	Проверить "уставку" тока защиты на мотор-автоматах и/или тепловых реле. Выставленное значение должно соответствовать номинальному рабочему току электродвигателя насоса, обозначенному на его бирке (шильдe). При необходимости установить требуемое значение.
8	Установить все рукоятки вводных рубильников и автоматических выключателей в положение "ВКЛ." ("ON", "1").
9	Запорный вентиль в напорной магистрали закрыть, а запорный вентиль во всасывающей магистрали открыть.
10	Отвернуть резьбовую пробку отверстия для удаления воздуха и медленно залить воду через заправочную горловину. Снова вставить пробку для выпуска воздуха и прочно затянуть.
11	Определить направление вращения, указанное стрелкой на головной части насоса и на кожухе вентилятора.
12	На ПЛК выбрать пункт меню "Ручной пуск" для каждого насоса.
13	Запустить насосы в режиме "Ручной пуск", проверить направление вращения.
14	Удалить из насоса воздух (через клапан для удаления воздуха в головной части насоса). Одновременно немного приоткрыть запорный вентиль в напорной магистрали.
15	Продолжать операцию удаления воздуха, одновременно продолжая приоткрывать запорный вентиль в напорной магистрали.
16	Когда жидкость начнет вытекать через клапан для удаления воздуха, закрыть его. Полностью открыть запорный вентиль в напорной магистрали.
17	Если при производстве пробного пуска произошло отключение при срабатывании теплового реле, следует увеличить значение тока защиты на 10%.
18	Повторить п.п. 10 – 17 для каждого насоса.
19	Завершение операций по п.п. 10 – 18 с положительным результатом означает, что система готова к работе.
20	Проверить загрузку параметров "Заводские настройки".
21	При необходимости изменить "уставки" давления $P_{уст}$ "День" и "Ночь".

№ п/п	Действия персонала в ходе наладки
22	На панели ПЛК включить станцию в рабочий режим. (Нажать клавиши [F2] затем [enter]).

**Приложение Ж**

(обязательное)

**Значение параметров (коэффициентов  $\alpha$  и расходов воды на пожаротушение) для расчетов расходов воды в системе внутреннего водопровода зданий**

Таблица Ж 1 - Значения коэффициентов  $\alpha$  ( $\alpha_{hr}$ ) при  $P (P_{hr}) > 0,1$  и  $N \leq 200$

N	P (P <sub>hr</sub> )									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
2	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
4	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,76	0,78	0,80	0,80	0,80
6	0,72	0,78	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,16	1,20	1,20
8	0,84	0,91	0,99	1,08	1,18	1,29	1,39	1,50	1,58	1,59
10	0,95	1,04	1,14	1,25	1,38	1,52	1,66	1,81	1,94	1,97
12	1,05	1,15	1,28	1,41	1,57	1,74	1,92	2,11	2,29	2,36
14	1,14	1,27	1,41	1,57	1,75	1,95	2,17	2,4	2,63	2,75
16	1,25	1,37	1,53	1,71	1,92	2,15	2,41	2,69	2,96	3,14
18	1,32	1,47	1,65	1,85	2,09	2,35	2,55	2,97	3,24	3,53
20	1,41	1,57	1,77	1,99	2,25	2,55	2,88	3,24	3,60	3,92
22	1,49	1,67	1,88	2,13	2,41	2,74	3,11	3,51	3,94	4,33
24	1,57	1,77	2,00	2,26	2,57	2,93	3,33	3,78	4,27	4,70
26	1,64	1,86	2,11	2,39	2,73	3,11	3,55	4,04	4,60	5,11
28	1,72	1,95	2,21	2,52	2,88	3,30	3,77	4,3	4,94	5,51
30	1,80	2,04	2,32	2,65	3,03	3,48	3,99	4,56	5,27	5,89
32	1,87	2,13	2,43	2,77	3,18	3,66	4,20	4,82	5,60	6,24
34	1,94	2,21	2,53	2,90	3,33	3,84	4,42	5,08	5,92	6,65
36	2,02	2,30	2,63	3,02	3,48	4,02	4,63	5,33	6,23	7,02
38	2,09	2,38	2,73	3,14	3,62	4,20	4,84	5,58	6,60	7,43
40	2,16	2,47	2,83	3,26	3,77	4,38	5,05	5,83	6,91	7,84
45	2,33	2,67	3,08	3,53	4,12	4,78	5,55	6,45	7,72	8,80
50	2,50	2,88	3,32	3,80	4,47	5,18	6,05	7,07	8,52	9,90
55	2,66	3,07	3,56	4,07	4,82	5,58	6,55	7,69	9,40	10,80
60	2,83	3,27	3,79	4,34	5,16	5,98	7,05	8,31	10,20	11,80
65	2,99	3,46	4,02	4,61	5,50	6,38	7,55	8,93	11,00	12,70
70	3,14	3,65	4,25	4,88	5,83	6,78	8,05	9,55	11,70	13,70
75	3,3	3,84	4,48	5,15	6,16	7,18	8,55	10,17	12,50	14,70
80	3,45	4,02	4,70	5,42	6,49	7,58	9,06	10,79	13,40	15,70
85	3,60	4,20	4,92	5,69	6,82	7,98	9,57	11,41	14,20	16,80
90	3,75	4,38	5,14	5,96	7,15	8,38	10,08	12,04	14,90	17,70
95	3,90	4,56	5,36	6,23	7,48	8,78	10,59	12,67	15,60	18,60
100	4,05	4,74	5,58	6,50	7,81	9,18	11,10	13,30	16,50	19,60
105	4,20	4,92	5,80	6,77	8,14	9,58	11,61	13,93	17,20	20,60
110	4,35	5,10	6,02	7,04	8,47	9,99	12,12	14,56	18,00	21,60
115	4,50	5,28	6,24	7,31	8,80	10,40	12,63	15,19	18,80	22,60
120	4,65	5,46	6,46	7,58	9,13	10,81	13,14	15,87	19,50	23,60
125	4,80	5,64	6,68	7,85	9,46	11,22	13,65	16,45	20,20	24,60
130	4,95	5,82	6,90	8,12	9,79	11,63	14,16	17,08	21,00	25,50
135	5,10	6,00	7,12	8,39	10,12	12,04	14,67	17,71	21,90	26,50
140	5,25	6,18	7,34	8,66	10,45	12,45	15,18	18,34	22,70	27,50
145	5,39	6,36	7,56	8,93	10,77	12,86	15,69	18,97	23,40	28,40
150	5,53	6,54	7,78	9,20	11,09	13,27	16,20	19,60	24,20	29,40
155	5,67	6,72	8,00	9,47	11,41	13,68	16,71	20,23	25,00	30,40
160	5,81	6,90	8,22	9,74	11,73	14,09	17,22	20,86	25,60	31,30
165	5,95	7,07	8,44	10,01	12,05	14,50	17,73	21,49	26,40	32,50
170	6,09	7,23	8,66	10,28	12,37	14,91	18,24	22,12	27,10	33,60
175	6,23	7,39	8,88	10,55	12,69	15,32	18,75	22,75	27,90	34,70



N	P (P <sub>hr</sub> )									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
180	6,37	7,55	9,10	10,82	13,01	15,73	19,26	23,38	28,50	35,40
185	6,50	7,71	9,32	11,09	13,33	16,14	19,77	24,01	29,40	36,60
190	6,63	7,87	9,54	11,36	13,65	16,55	20,28	24,64	30,10	37,60
195	6,76	8,03	9,75	11,63	13,97	16,96	20,79	25,27	30,90	38,30
200	6,89	8,19	9,96	11,90	14,30	17,40	21,30	25,90	31,80	39,50

Таблица Ж 2 - Значения коэффициентов  $\alpha$  ( $\alpha_{h2}$ ) при  $P (P_{hr}) \leq 0,1$  и любом числе  $N$ , а также при  $P (P_{hr}) > 0,1$  и числе  $N > 200$

NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	NP или NP <sub>hr</sub>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$
Менее 0,015	0,200	0,046	0,266	0,115	0,361	0,35	0,573	0,84	0,883
0,015	0,202	0,047	0,268	0,120	0,367	0,36	0,580	0,86	0,894
0,016	0,205	0,048	0,270	0,125	0,373	0,37	0,588	0,88	0,905
0,017	0,207	0,049	0,271	0,130	0,378	0,38	0,595	0,90	0,916
0,018	0,210	0,050	0,273	0,135	0,384	0,39	0,602	0,92	0,927
0,019	0,212	0,052	0,276	0,140	0,389	0,40	0,610	0,94	0,937
0,020	0,215	0,054	0,280	0,145	0,394	0,41	0,617	0,96	0,948
0,021	0,217	0,056	0,283	0,150	0,399	0,42	0,624	0,98	0,959
0,022	0,219	0,058	0,286	0,155	0,405	0,43	0,631	1,00	0,969
0,023	0,222	0,060	0,289	0,160	0,410	0,44	0,638	1,05	0,995
0,024	0,224	0,062	0,292	0,165	0,415	0,45	0,645	1,10	1,021
0,025	0,226	0,064	0,295	0,170	0,420	0,46	0,652	1,15	1,046
0,026	0,228	0,065	0,298	0,175	0,425	0,47	0,658	1,20	1,071
0,027	0,230	0,068	0,301	0,180	0,430	0,48	0,665	1,25	1,096
0,028	0,233	0,070	0,304	0,185	0,435	0,49	0,672	1,30	1,120
0,029	0,235	0,072	0,307	0,190	0,439	0,50	0,678	1,35	1,144
0,030	0,237	0,074	0,309	0,195	0,444	0,52	0,692	1,40	1,168
0,031	0,239	0,076	0,312	0,20	0,449	0,54	0,704	1,45	1,191
0,032	0,241	0,078	0,315	0,21	0,458	0,56	0,717	1,50	1,215
0,033	0,243	0,080	0,318	0,22	0,467	0,58	0,730	1,55	1,238
0,034	0,245	0,082	0,320	0,23	0,476	0,60	0,742	1,60	1,261
0,035	0,247	0,084	0,323	0,24	0,485	0,62	0,755	1,65	1,283
0,036	0,249	0,086	0,326	0,25	0,493	0,64	0,767	1,70	1,306
0,037	0,250	0,088	0,328	0,26	0,502	0,66	0,779	1,75	1,328
0,038	0,252	0,090	0,331	0,27	0,510	0,68	0,791	1,80	1,350
0,039	0,254	0,092	0,333	0,28	0,518	0,70	0,803	1,85	1,372
0,040	0,256	0,094	0,336	0,29	0,526	0,72	0,815	1,90	1,394
0,041	0,258	0,096	0,338	0,30	0,534	0,74	0,826	1,95	1,416
0,042	0,259	0,098	0,341	0,31	0,542	0,76	0,838	2,00	1,437
0,043	0,261	0,100	0,343	0,32	0,550	0,78	0,849	2,1	1,479
0,044	0,263	0,105	0,349	0,33	0,558	0,80	0,860	2,2	1,521
0,045	0,265	0,110	0,355	0,34	0,565	0,82	0,872	2,3	1,563
2,4	1,604	8,2	3,585	18,0	6,362	44,0	12,89	96	24,99
2,5	1,644	8,3	3,616	18,2	6,415	44,5	13,01	97	25,22
2,6	1,684	8,4	3,646	18,4	6,469	45,0	13,13	98	25,45
2,7	1,724	8,5	3,677	18,6	6,522	45,5	13,25	99	25,68
2,8	1,763	8,6	3,707	18,8	6,575	46,0	13,37	100	25,91
2,9	1,802	8,7	3,738	19,0	6,629	46,5	13,49	102	26,36
3,0	1,840	8,8	3,768	19,2	6,682	47,0	13,61	104	26,82
3,1	1,879	8,9	3,798	19,4	6,734	47,5	13,73	106	27,27
3,2	1,917	9,0	3,828	19,6	6,788	48,0	13,85	108	27,72
3,3	1,954	9,1	3,858	19,8	6,840	48,5	13,97	110	28,18
3,4	1,991	9,2	3,888	20,0	6,893	49,0	14,09	112	28,63
3,5	2,029	9,3	3,918	20,5	7,025	49,5	14,20	114	29,09
3,6	2,065	9,4	3,948	21,0	7,156	50	14,32	116	29,54

<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$
3,7	2,102	9,5	3,978	21,5	7,287	51	14,56	118	29,89
3,8	2,138	9,6	4,008	22,0	7,417	52	14,80	120	30,44
3,9	2,174	9,7	4,037	22,5	7,547	53	15,04	122	30,90
4,0	2,210	9,8	4,067	23,0	7,677	54	15,27	124	31,35
4,1	2,246	9,9	4,097	23,5	7,806	55	15,51	126	31,80
4,2	2,281	10,0	4,126	24,0	7,935	56	15,74	128	32,25
4,3	2,317	10,2	4,185	24,5	8,064	57	15,98	130	32,70
4,4	2,352	10,4	4,244	25,0	8,192	58	16,22	132	33,15
4,5	2,386	10,6	4,302	25,5	8,320	59	16,45	134	33,60
4,6	2,421	10,8	4,361	26,0	8,447	60	16,69	136	34,06
4,7	2,456	11,0	4,419	26,5	8,575	61	16,92	138	34,51
4,8	2,490	11,2	4,477	27,0	8,701	62	17,15	140	34,96
4,9	2,524	11,4	4,534	27,5	8,828	63	17,39	142	35,41
5,0	2,558	11,6	4,592	28,0	8,955	64	17,62	144	35,86
5,1	2,592	11,8	4,649	28,5	9,081	65	17,85	146	36,31
5,2	2,626	12,0	4,707	29,0	9,207	66	18,09	148	36,76
5,3	2,660	12,2	4,764	29,5	9,332	67	18,32	150	37,21
5,4	2,693	12,4	4,820	30,0	9,457	68	18,55	152	37,66
5,5	2,726	12,6	4,877	30,5	9,583	69	18,79	154	38,11
5,6	2,760	12,8	4,934	31,0	9,707	70	19,02	156	38,56
5,7	2,793	13,0	4,990	31,5	9,832	71	19,25	158	39,01
5,8	2,826	13,2	5,047	32,0	9,957	72	19,48	160	39,46
5,9	2,858	13,4	5,103	32,5	10,08	73	19,71	162	39,91
6,0	2,891	13,6	5,159	33,0	10,20	74	19,94	164	40,35
6,1	2,924	13,8	5,215	33,5	10,33	75	20,18	166	40,80
6,2	2,956	14,0	5,270	34,0	10,45	76	20,41	168	41,25
6,3	2,989	14,2	5,326	34,5	10,58	77	20,64	170	41,70
6,4	3,021	14,4	5,382	35,0	10,70	78	20,87	172	42,15
6,5	3,053	14,6	5,437	35,5	10,82	79	21,10	174	42,60
6,6	3,085	14,8	5,492	36,0	10,94	80	21,33	176	43,05
6,7	3,117	15,0	5,547	36,5	11,07	81	21,56	178	43,50
6,8	3,149	15,2	5,602	37,0	11,19	82	21,69	180	43,95
6,9	3,181	15,4	5,657	37,5	11,31	83	22,02	182	44,40
7,0	3,212	15,6	5,712	38,0	11,43	84	22,25	184	44,84
7,1	3,244	15,8	5,767	38,5	11,56	85	22,48	186	45,29
7,2	3,275	16,0	5,821	39,0	11,68	86	22,71	188	45,74
7,3	3,307	16,2	5,876	39,5	11,80	87	22,94	190	46,19
7,4	3,338	16,4	5,930	40,0	11,92	88	23,17	192	46,64
7,5	3,369	16,6	5,984	40,5	12,04	89	23,39	194	47,09
7,6	3,400	16,8	6,039	41,0	12,16	90	23,62	196	47,54
7,7	3,431	17,0	6,093	41,5	12,28	91	23,85	198	47,99
7,8	3,462	17,2	6,147	42,0	12,41	92	24,08	200	48,43
7,9	3,493	17,4	6,201	42,5	12,53	93	24,31	205	49,49
8,0	3,524	17,6	6,254	43,0	12,65	94	24,54	210	50,59
8,1	3,555	17,8	6,308	43,5	12,77	95	24,77	215	51,70
220	52,80	360	83,28	500	113,32	640	143,08	780	172,66
225	53,90	365	84,36	505	114,38	645	144,14	785	173,71
230	55,00	370	85,44	510	115,45	650	145,20	790	174,76
235	56,10	375	86,52	515	116,52	655	146,25	795	175,82
240	57,19	380	87,60	520	117,58	660	147,31	800	176,87
245	58,29	385	88,67	525	118,65	665	148,37	810	178,98
250	59,38	390	89,75	530	119,71	670	149,43	820	181,08
255	60,48	395	90,82	535	120,78	675	150,49	830	183,19
260	61,57	400	91,90	540	121,84	680	151,55	840	185,29
265	62,66	405	92,97	545	122,91	685	152,6	850	187,39
270	63,75	410	94,05	550	123,97	690	153,66	860	189,49
275	64,85	415	95,12	555	125,04	695	154,72	870	191,60
280	65,94	420	96,20	560	126,10	700	155,77	880	193,70

**ССНО (проект, первая редакция)**

<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$	<i>NP</i> или <i>NP<sub>hr</sub></i>	$\alpha$ или $\alpha_{hr}$
285	67,03	425	97,27	565	127,16	705	156,83	890	195,70
290	68,12	430	98,34	570	128,22	710	157,89	900	197,90
295	69,20	435	99,41	575	129,29	715	158,94	910	200,00
300	70,29	440	100,49	580	130,35	720	160,00	920	202,10
305	71,38	445	101,56	585	131,41	725	161,06	930	204,20
310	72,46	450	102,63	590	132,47	730	162,11	940	206,30
315	73,55	455	103,70	595	133,54	735	163,17	950	208,39
320	74,63	460	104,77	600	134,60	740	164,22	960	210,49
325	75,72	465	105,84	605	135,66	745	165,28	970	212,59
330	76,80	470	106,91	610	136,72	750	166,33	980	214,68
335	77,88	475	107,98	615	137,78	755	167,39	990	216,78
340	78,96	480	109,05	620	138,84	760	168,44	1000	218,87
345	80,04	485	110,11	625	139,90	765	169,50	1250	271,14
350	81,12	490	111,18	630	140,96	770	170,55	1600	343,90
355	82,20	495	112,25	635	142,02	775	171,60	2000	426,80

Таблица Ж 3 - Расход воды на пожаротушение

Высота компактной части струи или помещения, м	Производительность пожарной струи, л/с	Напор, м, у пожарного крана с рукавами длиной, м			Производительность пожарной струи, л/с	Напор, м, у пожарного крана с рукавами длиной, м			Производительность пожарной струи, л/с	Напор, м, у пожарного крана с рукавами длиной, м			
		10	15	20		10	15	20		10	15	20	
		Диаметр sprыска наконечника пожарного ствола, мм											
		13			16			19					
		Пожарные краны d = 50 мм											
6	-	-	-	-	2,6	9,2	9,6	10	3,4	8,8	9,6	10,4	
8	-	-	-	-	2,9	12	12,5	13	4,1	12,9	13,8	14,8	
10	-	-	-	-	3,3	15,1	15,7	16,4	4,6	16	17,3	18,5	
12	2,6	20,2	20,6	21	3,7	19,2	19,6	21	5,2	20,6	22,3	24	
14	2,8	23,6	24,1	24,5	4,2	24,8	25,5	26,3	-	-	-	-	
16	3,2	31,6	32,2	32,8	4,6	29,3	30	31,8	-	-	-	-	
18	3,6	39	39,8	40,6	5,1	36	38	40	-	-	-	-	
		Пожарные краны d = 65 мм											
6	-	-	-	-	2,6	8,8	8,9	9	3,4	7,8	8	8,3	
8	-	-	-	-	2,9	11	11,2	11,4	4,1	11,4	11,7	12,1	
10	-	-	-	-	3,3	14	14,3	14,6	4,6	14,3	14,7	15,1	
12	2,6	19,8	19,9	20,1	3,7	18	18,3	18,6	5,2	18,2	19	19,9	
14	2,8	23	23,1	23,3	4,2	23	23,3	23,5	5,7	21,8	22,4	23	
16	3,2	31	31,3	31,5	4,6	27,6	28	28,4	6,3	26,6	27,3	28	
18	3,6	38	38,3	38,5	5,1	33,8	34,2	34,6	7	32,9	33,8	34,8	
20	4	46,4	46,7	47	5,6	41,2	41,8	42,4	7,5	37,2	38,5	39,7	

**Приложение 3**

(обязательное)

**Форма акта об окончании пусконаладочных работ**

**А К Т**

об окончании пусконаладочных работ

Гор. \_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (должность, фамилия, имя, отчество)  
установила, что с «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

по «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_ (наименование монтажно-наладочной (пусконаладочной) организации)

проводились пусконаладочные работы \_\_\_\_\_  
(наименование установки)

смонтированной в \_\_\_\_\_

согласно договору № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

В результате проведенных работ выполнено:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

С подписанием настоящего акта пусконаладочные работы считаются выполненными, установленные технические средства сигнализации, прошедшие пусконаладочные работы, считать готовыми для предъявления приемочной комиссии к приемке в эксплуатацию.

\_\_\_\_\_ (для дополнительной информации)

К акту прилагаются \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Представители:

Заказчика \_\_\_\_\_  
(подпись)

Монтажно-наладочной организации \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Приложение И**

(обязательное)

**Форма акта технической готовности оборудования к эксплуатации**

**Акт технической готовности ПНУ к эксплуатации № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_»  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(Для установок типа МАНС)**

**Сведения о месте установки насоса:**

Адрес			
Контактное лицо			
Телефон			
Требуемый по проекту расход:			
Требуемый по проекту напор:			
Температура воды в системе:		Температура в помещении	
Требуемый по проекту режим работы:			

**Данные шкафа управления:**

Марка:		Дата Выпуск	
Продукт №:			
Номинальный ток, In		Номинальное напряжение, Un	

**Данные установки:**

Марка:		Дата выпуска:	
Маркировка*			
Продукт №:			
Макс. расход, Q max		Мин. напор, H min	
Температура перекачиваемой жидкости			

Мембранные баки	Объем	Максимальное давление	Давление воздуха в баке
Штатный			
Дополнительный			

Внешние датчики	Марка	Диапазон сигнала	Диапазон давления
-----------------	-------	------------------	-------------------

На входе			
На выходе			

«Исполнитель»

«Заказчик»

**\*) Заполняется в случае наличия одинаковых изделий на одном объекте.**

**Насос № 1**

**Данные с шильдика насоса:**

Марка насоса		Дата выпуска:	
Номер продукта:			
Маркировка:*	Насос №		
Тип уплотнения:			
Максимальный расход $Q_{max}$ , $m^3/h$ :			
Максимальный напор, $H_{max}$ , м:			
Номинальный напор, $H_n$ , м:			
Номинальная мощность, kW		Макс. давление в корпусе, bar.:	
Макс температура жидкости $t_{max}$ , °C:		Ser. №:	
Направление вращения:		Made in:	

**Данные с шильдика электродвигателя:**

Марка двигателя:		Номер изделия	
Номинальный ток $I_n$ , A:		Номинальная мощность $P_2$ , kW:	
Максимальный ток $I_{max}$ , A:		Дата выпуска:	
Номинальное напряжение, $U_n$ , V		Частота, Hz	
Кол-во оборотов, $n$ , $min^{-1}$			

«Исполнитель»

«Заказчик»



**Настройки контроллера управления**

Параметр	Значение	Примечание
Параметры 1 насоса		
Зав. №		
Режим		
Параметры 2 насоса		
Зав. №		
Режим		
Параметры 3 насоса		
Зав. №		
Режим		
Параметры 4 насоса		
Зав. №		
Режим		
Время вкл. "ДЕНЬ"		
Р.уст "НОЧЬ"		
Время вкл. "НОЧЬ"		
Смена режимов		
Дистанционное откл.		
Время чередования		
Чередование		
Порог 1		
Порог 2		
N вкл/час		
Задержка ASA		
Р.макс		

«Исполнитель»

«Заказчик»

**Включение эл.двигателя:**

Прямой пуск		Звезда- треугольник		Цифровой вход	
-------------	--	---------------------	--	---------------	--

**Внешняя защита эл.двигателя:**

Автомат/предохранитель, А		Диапазон теплового реле, А	
---------------------------	--	----------------------------	--

**Напряжение эл. сети до включения насосов:**

Фаза	Напряжение, В
L1-L2	
L1-L3	
L2-L3	

Максимальная асимметрия напряжения до включ. насосов: ..... В

**Ручной пуск**

**Направление вращения эл. двигателя:**

По часовой стрелке		Против часовой стрелки	
--------------------	--	------------------------	--

Показания манометров установленных непосредственно до и после насоса:

	Значение давления , м
На входе при выключенном насосе	
На выходе при выключенном насосе	
На выходе при включенном насосе и при полностью закрытой задвижке на выходе из установки	
На выходе при включенном насосе и при полностью открытой задвижке на выходе из установки	

**Шум при работе насоса:**

Нормальный		Повышенный	
------------	--	------------	--

**Значения тока каждой фазы:**

Фаза	Ток, А
L1	
L2	
L3	

Максимальная асимметрия тока: ..... А

Юстировка уставок тепловой защиты,

А: \_\_\_\_\_

«Исполнитель»

«Заказчик»

**Проверка состояния обратных клапанов:**

Клапана держат давление		Клапана не держат давление	
-------------------------	--	----------------------------	--

**Включение установки в максимальном режиме**

Напряжение эл. сети на клеммах установки после включения всех насосов:

Фаза	Напряжение, В
L1-L2	
L1-L3	
L2-L3	

Максимальная асимметрия напряжения: ..... В

Работа установки:

Установка поддерживает заданное значение		Установка не поддерживает заданное значение	
--	--	---	--

Комментарии:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Работу выполнил:

Работу принял:

Подпись:

МП

Подпись:

МП

Дата:

Дата:

**Приложение К**

(обязательное)

**Форма акта индивидуальных испытаний**

**АКТ**

**индивидуального испытания оборудования**

выполненного при строительстве по адресу:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Комиссия в составе представителей заказчика (монтажника) и пусконаладочной организации:

Председатель  
комиссии \_\_\_\_\_

(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

члены комиссии \_\_\_\_\_

(должность, инициалы, фамилия)

пусконаладочной организации \_\_\_\_\_

(наименование организации,

должность, инициалы, фамилия)

составила настоящий акт о нижеследующем:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

прошли обкатку в течение \_\_\_\_\_ часов / суток (ненужное зачеркнуть)

2. В результате обкатки указанного оборудования установлено, что требования по его сборке и монтажу, приведенные в документации предприятий-изготовителей, соблюдены и неисправности в его работе не обнаружены.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

(подпись)

(фамилия)

Члены комиссии \_\_\_\_\_

(подпись)

(фамилия)

Представитель пусконаладочной организации \_\_\_\_\_

(подпись)

(фамилия)

## Приложение Л

(справочное)

### Мобильный измерительный комплекс

Л.1 Система контроля параметров подачи воды должна удовлетворять ряду требований, предъявляемых к объему, достоверности и сопоставимости результатов измерений как исходных данных при решении имитационных задач. Система, позволяющая оперативно и информативно обследовать сеть водоснабжения, получая данные о расходах и напорах на участках трубопровода, потребляемой насосным оборудованием электроэнергии, должна:

- представлять собой мобильной и компактный измерительный комплекс, легко доставляемый в точки на сети, в том числе удаленные;
- оперативно настраиваться на выполнение измерений параметров и сбора данных, включая оборудование НС в различных точках сети;
- производить измерения параметров в точках СПРВ входящими в состав измерительными приборами с высокой точностью (достоверностью);
- обеспечивать одновременность (1-моментность) измерений параметров в текущей точке СПРВ для сопоставления соответствующих результатов;
- сохранять (записывать) данные измерений (массив параметров) на внешний носитель для дальнейшего анализа и моделирования;
- отображать результаты измерений на мониторе компьютера в графической форме для визуального контроля в ходе измерений и после них.

Л.2 Пример такой системы – мобильный измерительный комплекс (МИК). Состав МИК изображен на рисунке Л1.

Л.3 Существенными элементами МИК являются:

- контроллер-архиватор данных, с которым связаны все приборы МИК, измеряющие параметры во времени, что позволяет фиксировать одновременно данные для их дальнейшего анализа и адекватного сопоставления;
- многофункциональный анализатор параметров электрической сети для измерения во времени напряжения и тока по фазам, что позволяет точно вычислять потребляемую мощность насосного оборудования;
- специальные клещи токоизмерительные – с возможностью выполнения функции датчика тока, снятие данных с которых осуществляется в многофункциональный анализатор параметров электрических сетей;

- толщиномер для учета фактической толщины стенки трубопровода в месте измерений потока (расхода) – в обеспечение достоверности;
- чемодан-контейнер, в котором конструктивно размещены все элементы МИК, для оперативной и мобильной доставки к месту измерений;
- компьютер (ноутбук) для подключения контроллера-архиватора – возможно как в ходе измерений, так и после их завершения;
- ПО для считывания информации из энергонезависимой памяти контроллера-архиватора данных в память ноутбука, конвертации в формат для последующей обработки и просмотра результаты на экране ноутбука.

**В состав МИК входят:**

1. Расходомер-счетчик ультразвуковой портативный, снабженный накладными ВЧ-датчиками.
2. Датчики давления (2 шт. – по 1-му для всасывающей и напорной линий повысительной насосной системы).
3. Токоизмерительные клещи (3 шт., по 1-му на фазу, для измерения тока 3-фазного насосного оборудования – совместно с анализатором п. 4).
4. Многофункциональный анализатор параметров электрической сети.
5. Толщиномер ультразвуковой.
6. Кабели и переходные клеммы – для подсоединения датчиков.
7. Контроллер-архиватор данных – для сбора и накопления данных.
8. Ударопрочный влагозащищенный чемодан-контейнер с обеспечением электропитания приборов и устройств (автономно или от электросети).
9. Специальное программное обеспечение (ПО) для сбора и записи данных, с одновременной визуализацией на мониторе компьютера.



Рисунок Л1 - Составляющие и внешний вид МИК

Л.4 Применение МИК поясняется принципиальной схемой (рисунок Л2).

Л.4.1 На подводящий (входной) и напорный (выходной) трубопроводы насоса (НС) подключают датчики давления (в точках 1 и 2). Сигналы датчиков принимаются контроллером-архиватором (в чемодане), таким образом, давление в обеих точках измеряется одновременно, а разность определяет напор, развиваемый насосом в каждый момент во время измерений.

Л.4.2 На трубопроводе, в месте, соответствующем требованиям по длине линейного участка, устанавливают накладные ВЧ-датчики ультразвукового расходомера-

счетчика, результаты измерений с которого также поступают в контроллер-архиватор. В месте подключения предварительно, с помощью ультразвукового толщиномера, измеряют толщину стенки трубопровода, которую до начала основных измерений указывают как входной параметр расходомера в обеспечение точности измерений расхода (протока) воды.

Л.4.3 Токоизмерительные клещи в функции датчика закрепляют на фазных жилах (проводах) питающего кабеля и подключают к цепям измерения тока многофункционального анализатора параметров электрической сети. Задают коэффициент масштаба клещей (максимально 1:1000), с которым результаты будут передаваться к анализатору параметров электрических сетей.

Л.4.4 Электрические контакты, через которые выполнено подсоединение насоса к электрической сети, подключают (посредством четырех одножильных кабелей – в случае 3-хфазного электродвигателя) к цепям измерения напряжения многофункционального анализатора параметров электрической сети. Диапазон измерения напряжения: от 1х404 В до 3х700 В.

Л.4.5 Осуществляют проверку работоспособности средств измерения и передачи данных. Визуально проверяют наличие и работоспособность фиксированного подключения многофункционального анализатора параметров электрических сетей к контроллеру-архиватору данных, куда в итоге передаются и записываются все данные по ходу измерений.

Л.4.6 При необходимости подключают контроллер-архиватор к ноутбуку, на котором установлено ПО. На контроллере-архиваторе выбирают режим архивирования – положение записываемых данных (память контроллера-архиватора или ноутбука) и периодичность записи данных, осредненных за соответствующий последний период. Запускают программу записи данных.

Л.4.7 По окончании измерений (или во время – при условии подключения контроллера-архиватора к ноутбуку) полученные данные измерений обрабатывают с помощью специального ПО, инсталлированного на ноутбуке.

Л.5 Основное назначение ПО МИК – считывание данных из энергонезависимой памяти контроллера-архиватора, сохранение в память ноутбука в формате, пригодном для анализа и использования при моделировании.

Л.6 Строке данных (давление на входе и выходе, расход и потребляемая мощность) по ее адресу в контроллере-архиваторе и на основе фиксированных даты, времени начала и интервала записи однозначно в соответствии определяется дата и время ее записи. Если при измерении отключится электропитание, в строках данных соответ-

ствующего периода будут записаны нули. Измерения параметров и усреднения по заданным интервалам начинаются после включения комплекса, при включении режима записи первые значения будут сформированы и записаны в первую строку данных.

Усреднение информации производится по заданному периоду измерения (1, 2, 5 минут).

Л.6 Объем памяти контроллера-архиватора данных достаточен для длительных измерений (не менее 5 дней с дискретностью записи осредненных величин 1 раз в минуту). Подключение ноутбука на период измерений позволяет осуществлять секундную запись в течение многодневного периода.

Л.7 При считывании данных из контроллера-архиватора в память ноутбука формируется файл в формате "txt", каждая строка которого содержит дату и время записи, усредненные значения параметров за соответствующий интервал. Файлу присваивается связанное с началом записи имя вида "дата\_время.txt", где "дата" – число и месяц, а "время" – час и минута. Записанная информация доступна для обработки известными программами (Excel, Matlab и т.п.), а также для просмотра данных при помощи текстовых редакторов. Для первичной визуализации по окончании чтения информация выводится в окне в графическом виде. Благодаря масштабированию возможны как детальный просмотр данных, так и получение представления о картине процесса за весь период измерения.

Л.8 ПО в сочетании с МИК позволяет в ходе измерений наблюдать результаты графически и сохранять в памяти компьютера с периодом 1 секунда. Информация представлена в виде совмещенных временных графиков измеряемых величин – расхода, давления (два значения: входное и выходное), потребляемой мощности. Эта возможность полезна при настройке систем управления НС (параметров ПЧТ, каскадного включения/выключения) и выявлении резких динамических изменений водопотребления.



## ССНО (проект, первая редакция)

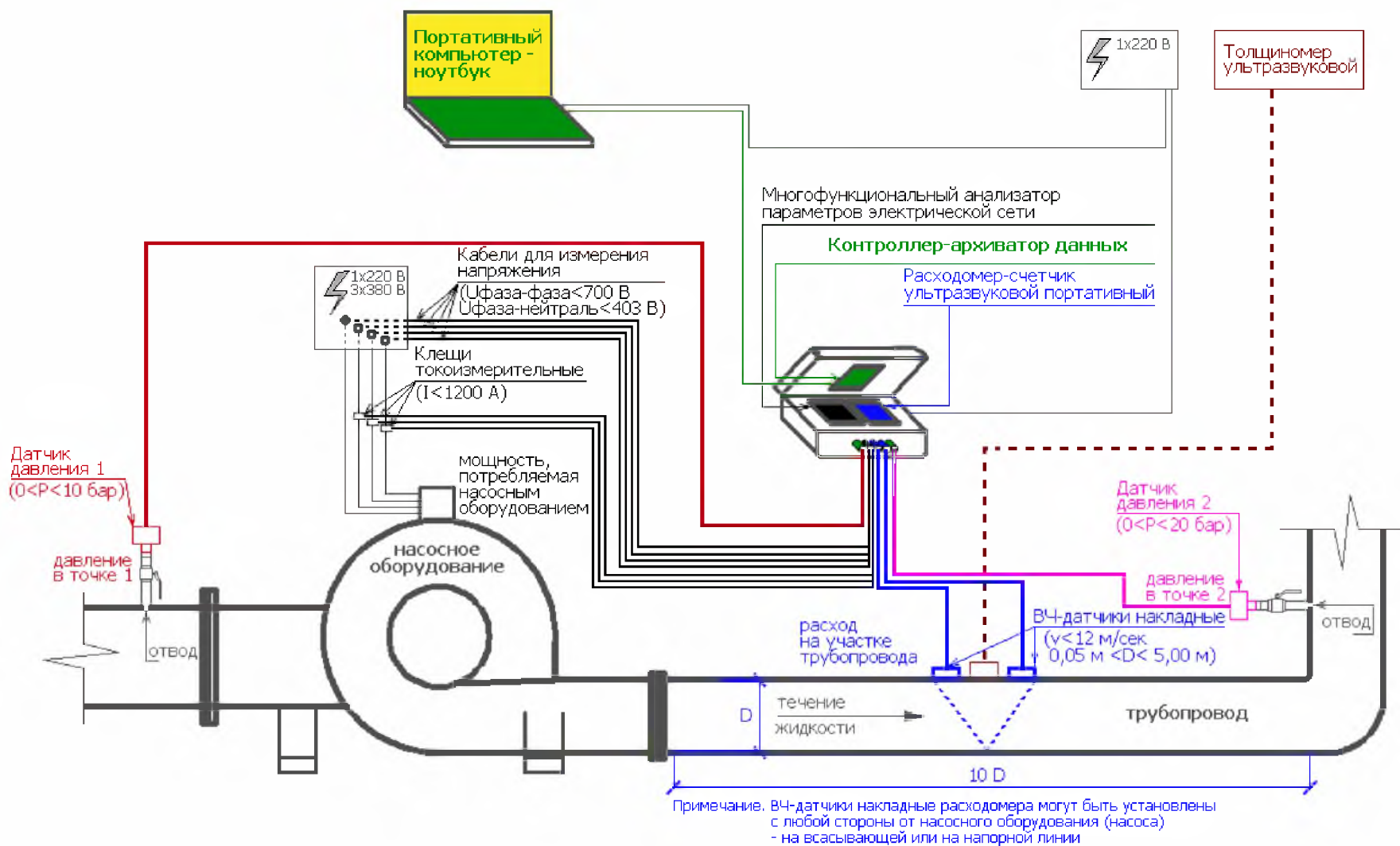


Рисунок Л2 - Принципиальная схема работы МИ

## Библиография

- [1] Градостроительный кодекс Российской Федерации
- [2] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
- [3] Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
- [4] Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ (ред. от 27.07.2010) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
- [5] Свод правил по проектированию и строительству зданий  
Внутренний водопровод и канализация  
СП 30.13330.2012
- [6] СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства
- [7] СНиП 3.05.05-84 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы
- [8] СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования

ОКС

Виды работ 4.2, 4.5, 10, 15.1, 15.6, 23.5, 23.6, 24.9, 24.10, 24.11, 24.12, 24.29  
по приказу Минрегиона России от 30.12.2009 № 624

Ключевые слова: Национальное объединение строителей, инженерные сети зданий и сооружений внутренние, повысительные насосные установки, системы водоснабжения, водоотведения.