НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

Инженерные сети зданий и сооружений внутренние

ПОВЫСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

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

СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2018

gost.e-ecolog.ru

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

Инженерные сети зданий и сооружений внутренние

ПОВЫСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

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

СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016

Издание официальное

Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике
«Северо-Западный Межрегиональный Центр АВОК»

Издательско-полиграфическое предприятие
ООО «Бумажник»

Москва 2018

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН	Некоммерческим Партнерством инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике «Северо-Западный Межрегиональный Центр АВОК»
2 ПРЕДСТАВЛЕН НА УТВЕРЖДЕНИЕ	Комитетом систем инженерно-технического обеспечения, связи и телекоммуникаций зданий и сооружений Ассоциации «Национальное объединение строителей», протокол от 29 марта 2016 г. № 3 Комитетом нормативно-технической документации для объектов промышленного и гражданского назначения Национального объединения проектировщиков, протокол от 20 октября 2014 г. № 19
3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 16 мая 2016 г. № 83 Решением Совета Национального объединения проектировщиков, протокол от 25 ноября 2014 г. № 63
4 ВВЕДЕН	ВПЕРВЫЕ

© Национальное объединение строителей, 2016

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 3
4 Общие требования 7
4.1 Системы водоснабжения зданий с повысительными насосными Установками 7
4.2 Насосы, применяемые в составе повысительных насосных установок. Основные параметры и рекомендации по выбору 8
4.3 Модульная автоматическая насосная станция – типовое решение по устройству повысительной насосной установки в системах водоснабжения жилых и общественных зданий 12
4.4 Модульная автоматическая насосная станция – технические требования и типы исполнения, стандартная комплектность, компоновочное решение и структурная схема 15
5 Проектирование систем водоснабжения жилых и общественных зданий с повысительными насосными установками. Решения, определяемые проектной документацией 18
5.1 Расчет систем водоснабжения зданий с повысительными насосными установками. Задача и методика расчета 18
5.2 Определение типа повысительной насосной установки. Учет требования энергоэффективности 19
5.3 Контрольно-измерительные приборы и автоматика, электротехнические устройства при использовании повысительных насосных установок 22
5.4 Размещение повысительных насосных установок. Требования к разработке сопутствующих проектных решений 24

5.5 Разработка решений по применению повысительных насосных установок при реконструкции систем водоснабжения зданий. Параметрический аудит 25
6 Монтаж повысительных насосных установок (модульных автоматических насосных станций) в системах водоснабжения зданий, контроль в ходе работ 27
6.1 Общие положения 27
6.2 Подготовительные работы 28
6.3 Монтажные работы 31
6.4 Контроль результатов монтажных работ 34
6.5 Электромонтажные работы 35
6.6 Контроль результатов электромонтажных работ 37
7 Испытание и наладка повысительных насосных установок (модульных автоматических насосных станций) в системах водоснабжения зданий 38
7.1 Испытания и наладка. Общие требования 38
7.2 Состав и порядок проведения испытаний и наладочных работ. Акты по результатам испытаний 39
7.3 Локальная пусконаладка 41
7.4 Наладочные работы в части электрооборудования, автоматического управления и диспетчеризации 42
7.5 Контроль выполнения работ. Исполнительная документация 44
Приложение А (рекомендуемое) Системы водоснабжения здания с повысительными насосными установками. Определение расчетных расходов и расчетных напоров воды 46
Приложение Б (справочное) Повысительная насосная установка и распределительная сеть. Параллельная и последовательная работа насосов 54

Приложение В (справочное) Методы регулирования рабочих . параметров насоса. Сочетание частотно-регулируемого привода и параллельной работы насосов в составе установки 57
Приложение Г (справочное) Мобильный измерительный комплекс 67
Приложение Д (рекомендуемое) Форма акта технической готовности модульной автоматической насосной станции к эксплуатации 69
Приложение Е (рекомендуемое) Форма акта об окончании пусконаладочных работ 75
Приложение Ж (рекомендуемое) Форма акта готовности объекта к производству работ по монтажу МАНС 76
Приложение З (рекомендуемое) Форма акта индивидуального испытания оборудования 77
Приложение И (рекомендуемое) Порядок наладки повысительной насосной установки (модульной автоматической насосной станции) 78
Приложение К (рекомендуемое) Карта контроля технологических операций 80
Приложение Л (справочное) Форма карты контроля соблюдения требований СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016 90
Библиография 96

Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Программой стандартизации Национального объединения строителей и направлен на реализацию Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства».

Целью разработки стандарта является обеспечение современного технического уровня и эффективности видов работ, влияющих на безопасность объектов капитального строительства, а также обеспечение специалистов материалами, необходимыми при проектировании и монтаже повысительных насосных установок в системах водоснабжения жилых и общественных зданий.

Настоящий стандарт разработан в развитие и дополнение СП 30.13330.2012 «СНиП 2.0401-85* Внутренний водопровод и канализация зданий», СП 73.13330.2012 «СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы зданий».

Авторский коллектив: д-р техн. наук, проф. *А.М. Гримитлин* (президент НП «СЗ Центр АВОК»), д-р техн. наук, проф. *А.Н. Ким* (СПб ГАСУ), канд. техн. наук *О.А. Штейнмиллер*, *К.Л. Тютин*, *А.С. Миронов*, *И.С. Конышков*, *О.В. Спиридонова* (ЗАО «Промэнерго»), *Т.П. Штейнмиллер* (ООО «Промэнерго-Техника»).

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Инженерные сети зданий и сооружений внутренние

ПОВЫСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

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

Utility networks in side buildings and structures

Booster pumping stations in water supply systems in residential and public buildings

Design rules and installation, monitoring performance, the requirements of the results of work

1 Область применения

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

1.2 Стандарт устанавливает правила проектирования и монтажа (включая наладку) повысительных насосных установок в системах водоснабжения жилых и общественных зданий.

1.3 Стандарт не распространяется на повысительные насосные установки, применяемые в высотных зданиях (для жилых зданий высотой более 75 м, для общественных зданий высотой более 55 м).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

Издание официальное

ГОСТ 17398–72 Насосы. Термины и определения

ГОСТ 24297–2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ Р 51317.6.3–2009 Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Нормы и методы испытаний

ГОСТ Р 51321.1–2007 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 53325–2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний

СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

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 48.13330.2011«СНиП 12-01-2004 Организация строительства»

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

СП 73.13330.2012 «СНиП 3.05-01-85 Внутренние санитарно-технические системы»

СП 77.13330.2011 «СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации»

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства

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, испытания и наладка. Требования, правила и методы контроля

СТО НОСТРОЙ 2.24.2-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Вентиляция и кондиционирование. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха

СТО НОСТРОЙ 2.35.73-2012 Инженерные сети высотных зданий. Системы обеспечения комплексной безопасности высотных зданий

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен, актуализирован), то при пользовании настоящим стандартом 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, определения, обозначения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации [1], СП 30.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

автоматизированная система локального управления: Автономная, трехуровневая автоматизированная система управления, обеспечивающая контроль и поддержание заданных параметров технологического процесса, состоящая из системы первичной автоматики, модуля управления и системы исполнительных механизмов.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.2]

3.1.2 **гарантированное давление (или гарантированный напор) воды:** Давление (напор) воды на вводе абонента (жилого или общественного здания), которое гарантированно обеспечивает водоснабжающая организация в соответствии с техническими условиями.

3.1.3 **дома (здания) повышенной этажности,** ДПЭ: Многоэтажные здания, часть верхних этажей которых не может быть обеспечена напором воды, достаточным для нормальной эксплуатации исходя из гарантированного давления на вводе в здание.

3.1.4

исполнитель работ (подрядчик, подрядная организация): Юридическое или физическое лицо, выполняющее строительно-монтажные работы по договору с заказчиком (генеральным подрядчиком).

[СТО НОСТРОЙ 2.15.3-2011, пункт 3.1.3]

3.1.5 **модульная автоматическая насосная станция,** МАНС: Повысительная насосная установка (3.9), собранная в заводских условиях, представляющая собой конструктивно законченный узел, ограниченный входным и напорным коллекторами и позволяющий по своим массогабаритным характеристикам транспортировку к месту монтажа в сборе.

3.1.6

монтаж: Комплекс производственных операций, обеспечивающих установку заранее подготовленных элементов конструкций, оборудования, машин и т.д. и их крепление соединениями и связями в соответствии с рабочей документацией.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.10]

3.1.7

наладочная (пусконаладочная) организация: Организация, выполняющая работы по наладке (пусконаладке) автоматизированных систем.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.11]

3.1.8 **повысительная насосная установка,** ПНУ: Комплекс технологически связанного оборудования для повышения давления в системе водоснабжения здания (3.1), включающий в себя группу насосов одного назначения и запорно-регулирующую арматуру, объединенные общей трубопроводной обвязкой, а также КИПиА и щит управления.

3.1.9

пробное давление: Избыточное давление, при котором должно производиться гидравлическое испытание трубопровода или отдельных его узлов на прочность и герметичность.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.3-2011, пункт 3.1.11]

3.1.10

пусконаладка: Комплекс работ, выполняемых с целью достижения работоспособности системы (ПНУ) на соответствие параметрам рабочей документации или технологическим требованиям.

[СТО НОСТРОЙ 2.24.2-2011, пункт 3.16]

3.1.11

система водоотведения здания (внутренняя канализация): Система трубопроводов и устройств, обеспечивающая отведение сточных вод от санитарно-технических приборов и технологического оборудования, а также дождевых и талых вод в канализационную сеть соответствующего назначения населенного пункта или предприятия.

[СП 30.13330.2012, пункт 3.4]

3.1.12

система водоснабжения здания (внутренняя система водопровода, внутренний водопровод): Система трубопроводов и устройств, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и технологическому оборудованию в границах внешнего контура стен одного здания или груп-

пы зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от сети водопровода населенного пункта или промышленного предприятия.

[СП 30.13330.2012, статья 3.5]

3.1.13

система первичной автоматики: Совокупность устройств и средств измерения, преобразующих информационные параметры объекта управления (ПНУ) в аналоговые и цифровые электрические сигналы, используемые в реализации процесса автоматического управления.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.15]

Примечание – КИПиА и щит управления, входящие в состав повысительной насосной установки, обеспечивают контроль параметров работы ПНУ и автоматическое управление по заданному алгоритму.

3.1.14 **характеристика насоса:** Совокупность графически выраженных зависимостей напора, потребляемой мощности, коэффициента полезного действия, кавитационного запаса от подачи (при постоянной частоте вращения рабочего колеса).

3.2 В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

ГРЩ – главный распределительный щит;

ДПЭ – дома (здания) повышенной этажности;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

КПД – коэффициент полезного действия;

МАНС – модульная автоматическая насосная станция;

МИК – мобильный измерительный комплекс;

НС – насосная станция;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПНУ – повысительная насосная установка;

ППН – противопожарный насос;

ПЧТ – преобразователь частоты тока;

СХВ – система холодного водоснабжения;

ТВД – трубопровод высокого давления;

ТНД – трубопровод низкого давления;

ЧРП – частотное регулирование электропривода;

ЩУ – щит управления;

LCC – стоимость жизненного цикла (LifeCycleCost).

4 Общие требования

4.1 Системы водоснабжения зданий с повысительными насосными установками

4.1.1 Внутренний водопровод как система трубопроводов и устройств состоит из ввода водопровода в здание, водомерного узла, повысительной насосной установкой (далее ПНУ) (при необходимости), распределительной сети трубопроводов (магистральных участков, стояков, разводок, подводок), запорной и водоразборной арматуры. В некоторых случаях в составе внутреннего водопровода зданий предусмотрены запасные и (или) регулирующие емкости.

4.1.2 Проектом могут быть предусмотрены различные типы систем водоснабжения здания, которые отличаются:

- по назначению (хозяйственно-питьевые, противопожарные и объединенные);

- зонированию (однозонные и многозонные);

- схемам подключения и прокладки трубопроводов (тупиковые или закольцованные, с нижней или верхней разводкой).

Определение типа системы водоснабжения здания следует осуществлять с учетом положений СП 30.13330.

Примечание – Зонирование системы внутреннего водопровода следует применять при превышении допустимых пределов гидростатического напора в системе, а также если по условиям работы системы требуется выделить в ней зоны, характеризуемые особым режимом питания или задаваемыми величинами напора. Таким образом, внутренний водопровод подразделяется на однозонные и многозонные системы водоснабжения.

4.1.3 Применение ПНУ в домах (зданиях) повышенной этажности (далее ДПЭ) следует определять в зависимости от соотношения величины потребного напора $H_{потр}$ для подачи воды к диктующей точке (водоразборной арматуре) и гарантированного напора $H_{гар}$ в точке присоединения к наружной водопроводной сети (на вводе в здание). При необходимости повышения давления выше гарантированного на вводе в здание или периодическом его недостатке надлежит предусматривать устройство ПНУ согласно СП 30.13330.2012, пункт 7.3.1. Определение вариантов применения ПНУ в ДПЭ следует осуществлять с учетом назначения, этажности, объема зданий и местных условий. Системы водоснабжения здания с ПНУ приведены в приложении А.

4.2 Насосы, применяемые в составе повысительных насосных установок. Основные параметры и рекомендации по выбору

4.2.1 Выбор насосов для применения в составе ПНУ следует осуществлять с учетом их основных параметров: напора, подачи, мощности и КПД, определяющих диапазон изменения режимов работы ПНУ, состав оборудования, конструктивные особенности и экономические показатели.

Примечание – Функциональное назначение насосов в составе ПНУ – обеспечить потребные расходы воды на используемых санитарно-технических приборах потребителей – определяется такими параметрами насосов, как подача Q и напор H. Фактические значения указанных параметров определяют полезную мощность насоса N_n, которая представляет собой приращение энергии, получаемое жидкостью (водой), перекачиваемой насосом в единицу времени:

$$N_n = \rho g Q H, \qquad (4.1)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м^3;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

Q – подача насоса, м^3/с;

H – напор насоса, м;

N_n – полезная мощность насоса, Вт.

При работе насоса происходит преобразование механической энергии, передаваемой насосу, в энергию движущейся жидкости. В ходе такого преобразования имеет место потеря энергии, представляющая собой сумму трех основных видов потерь: гидравлических, объемных и механических. КПД насоса $\eta_н$ учитывает все виды этих потерь и определяет зависимость полезной мощности насоса N_n и мощности насоса N, обеспечиваемой насосу извне.

Источником механической энергии, передаваемой насосу, для рассматриваемых приложений (насосы в составе ПНУ), как правило, является электродвигатель, который потребляет энергию из электрической сети. Преобразование электрической энергии в механическую сопровождается потерями, которые подразделяются на потери в самом двигателе (оцениваются параметром КПД двигателя $\eta_{дв}$) и на потери при передаче от двигателя к насосу (оцениваются параметром КПД передачи $\eta_{пр}$).

Для оценки насоса в сборе с электродвигателем следует рассматривать КПД агрегата $\eta_а$, определяющий экономическую целесообразность эксплуатации при изменении основных параметров (напора, подачи, мощности):

$$\eta_а = \eta_{дв}\eta_{пр}\eta_н = \frac{N_1}{N_2}\frac{N_2}{N}\frac{N}{N_n} = \frac{N_1}{N_n}, \qquad (4.2)$$

где N – мощность насоса, Вт;

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

$\eta_н$,, $\eta_{пр}$, $\eta_{дв}$, $\eta_а$ – КПД насоса, КПД передачи от двигателя к насосу, КПД двигателя, КПД насосного агрегата в сборе.

4.2.2 Значение и характер изменения КПД существенно определяются назначением насоса, его конструктивными и эксплуатационными особенностями. В составе ПНУ для ДПЭ следует применять центробежные насосы в соответствии с принятой в России классификацией согласно ГОСТ 17398.

4.2.3 С учетом работы ПНУ при постоянно изменяющихся параметрах подпора (напора воды на вводе в ДПЭ, обеспечиваемого в сети водопровода населенного пункта) и подачи (по причине колебаний расхода воды при ее разборе потребителями), а также условий эксплуатации ПНУ в ДПЭ к применению рекоменду-

ются многоступенчатые, вертикальные насосы с нормальным всасыванием, устанавливаемые на трубопроводы в линию (тип ин-лайн), с торцевым уплотнением вала, не требующим технического обслуживания, оснащенные стандартным электродвигателем, соответствующим классу энергоэффективности IE3 EuP.

Примечание – Класс IE3 – премиум-класс энергоэффективности согласно стандарту EN 60034-30 [2], обязательный для низковольтных трехфазных электродвигателей мощностью 0,75 – 375 кВт с 01 января 2015 г. согласно плану перехода на новую директиву EuP 2005/32/EC.

4.2.4 При подборе насосов для ПНУ следует также учитывать условия и режимы работы в целях исключения возможности выхода насосов из строя по причинам, связанным с кавитацией.

Примечание – Детальный анализ возможности кавитации обязателен при заборе воды из резервуаров или в условиях низкого давления в подводящем трубопроводе ПНУ (режим всасывания), при использовании ПНУ на отметках выше 500 м над уровнем моря, при перекачивании воды с температурой выше плюс 20 °С. Возможность кавитации на применяемых в составе ПНУ насосах должна определяться с учетом установленных заводами – изготовителями насосов значений для ряда параметров, таких как:

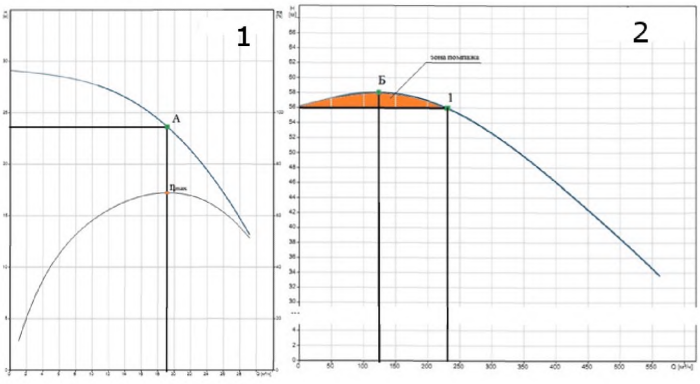
- кавитационный запас напора $\Delta h_{зап}$ (иначе $\Delta h_{доп}$, в зарубежных источниках – NPSHA);

- критический кавитационный запас напора $\Delta h_{кр}$ (иначе $\Delta h_{тр}$, в зарубежных источниках – NPSHR).

4.2.5 Для использования в составе ПНУ следует применять насосы со стабильно нисходящей рабочей характеристикой. Применение насосов с восходящей характеристикой в составе ПНУ допустимо только в случае соответствующего обоснования в проекте, подтверждающего невозможность выхода насоса (насосов) в ходе эксплуатации в область неустойчивой работы (режим «помпажа»). Особое внимание такому обоснованию следует уделять при использовании в составе ПНУ двух рабочих насосов и более, а также при применении ЧРП.

Примечание – Основные параметры лопастных центробежных насосов: подача Q, напор H, КПД η и частота вращения n – находятся в определенной зависимости (характеристика насоса), отраженной характеристическими кривыми (см. рисунок 4.1). Основной характеристической кривой (основной характеристикой, рабочей характеристикой, рабочей кривой) насоса

является график зависимости развиваемого насосом напора от подачи $H = f(Q)$ при постоянной частоте вращения n = const. Максимальному значению КПД η_{max} соответствуют подача $Q_р$ и напор $H_р$ в оптимальной режимной точке A характеристики $Q - H$ (см. рисунок 4.1 – 1). Если основная характеристика имеет восходящую ветвь (см. рисунок 4.1 – 2) – интервал от $Q = 0$ до $Q_Б$, то такие характеристики называются восходящими, а интервал [0; Q_1] – областью неустойчивой работы с внезапными изменениями подачи, сопровождаемыми сильным шумом и гидравлическими ударами. Если график основной характеристики насоса не имеет восходящей ветви, то она называется стабильной, или стабильно нисходящей (см. рисунок 4.1 – 1), режим работы – устойчивый во всех точках графика напорной характеристики.



1 – стабильно нисходящая кривая; 2 – восходящая кривая

Рисунок 4.1 – Рабочие характеристики Q–H центробежных насосов

4.2.6 В составе ПНУ следует применять насосы с пологой основной характеристикой. Крутизна основной характеристики насосов в составе ПНУ не должна превышать 25 %.

Примечание – Крутизна графика основной характеристики насоса (рабочей характеристики насоса) определяется отношением:

$$k = ((H_о - H_р)/ H_р) \cdot 100, \quad (4.3)$$

где k– крутизна рабочей характеристики, %;

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

$H_р$ – 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.

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.

4.2.7 ПНУ в ДПЭ работает по схеме последовательного соединения с насосным оборудованием централизованной системы водоснабжения. При проектировании следует учитывать, чтобы максимально возможный суммарный напор (давление), определяемый как сумма возможного напора на вводе (подпора) и напора при нулевой подаче (напора «на закрытую задвижку») любого из насосов, подключенных параллельно в составе ПНУ, никогда (включая аварийные ситуации) не превышал максимально допустимого рабочего давления для любого из насосов и для ПНУ в целом. В каждом конкретном случае (проекте) для исключения возможности таких ситуаций в процессе эксплуатации рекомендуется предусматривать соответствующие технические решения, например применять на вводе, перед ПНУ, редукционные клапаны (регуляторы давления «после себя»).

Примечание – Общая характеристика и основные соотношения для последовательного и параллельного способов подключения насосов справочно приведены в приложении Б.

4.2.8 В обеспечение 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 фактических режимов водопотребления (фактического суточного графика потребных расхода и напора).

4.3 Модульная автоматическая насосная станция – типовое решение по устройству повысительной насосной установки в системах водоснабжения жилых и общественных зданий

4.3.1 В сетях внутреннего водопровода жилых и общественных зданий в качестве ПНУ следует преимущественно применять комплектные модульные авто-

матические насосные станции (далее – МАНС) заводского изготовления, оснащенные стандартной системой управления, прошедшие первичные испытания и тестирование на производственных стендах предприятий-изготовителей.

Примечание – Компоновка ПНУ на объекте из отдельных насосных агрегатов и шкафа управления может быть обоснована лишь массогабаритными характеристиками оборудования или особыми условиями монтажа, затрудняющими транспортировку и монтаж ПНУ в виде МАНС к месту установки.

4.3.2 При использовании МАНС следует предусматривать автоматическое подключение/отключение рабочих насосов (по схеме параллельной работы) в соответствии с текущими условиями водопотребления (расхода воды). Для обеспечения потребного расхода и напора следует подбирать МАНС, обеспечивающую при одновременной работе входящих в ее состав рабочих насосов добавление недостающего напора H_1 при расчетном уровне подачи Q_1. Основы подбора МАНС представлены на рисунке 4.2.

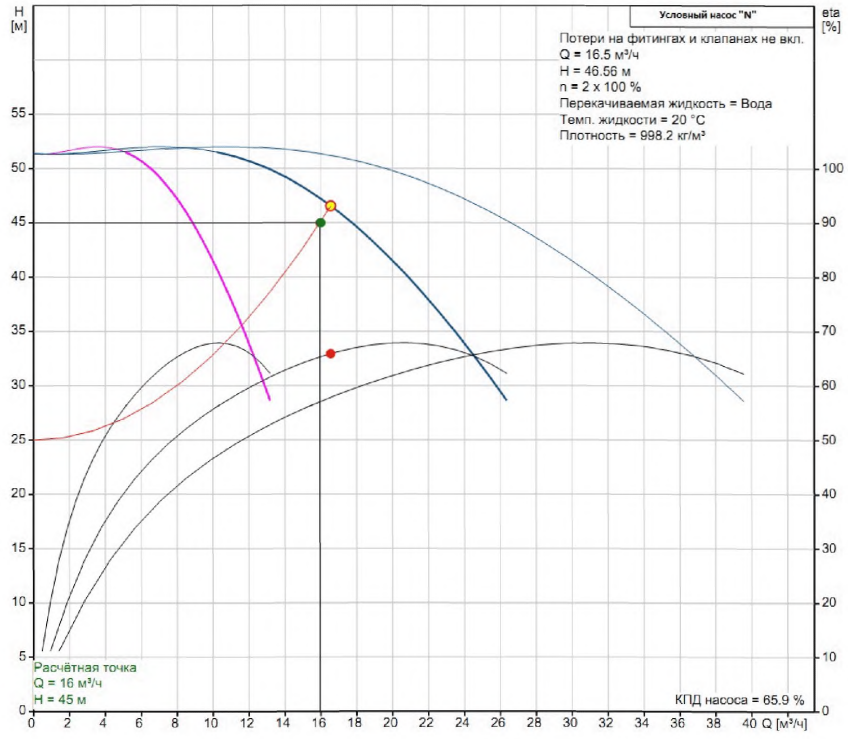


Рисунок 4.2 – Подбор насоса для МАНС на рабочую точку (H, Q)

Примечание – Пример подбора при следующих исходных данных: требуемый максимальный расход 16 м³/ч; потребный напор без учета подпора (создаваемый МАНС) 45 м вод.ст.

1. Предварительное определение количества рабочих насосов в составе МАНС – например, 2 насоса.

2. Выбор номинала одного насоса по параметру подачи Q (с учетом номенклатуры выбранного типа насосов у соответствующего производителя и количества рабочих насосов в составе МАНС) – например, условный насос «*N*» с номинальным расходом 8–11 м³/ч, номинальным напором 40–45 м вод.ст.

3. Построение вертикальной линии от значения максимального расхода (16 м³/ч) на оси абцисс.

4. Построение горизонтальной линии от значения потребного напора (45 м вод. ст.) на оси ординат.

5. Задание числа резервных насосов с учетом категории (например, 1).

6. Определение общего количества насосов в составе МАНС = 2 + 1 = 3 (при условии достаточности одного резервного насоса).

Таким образом, результат подбора – МАНС 3 «*N*».

4.3.3 Для определения параметров МАНС, предполагаемой к последующему монтажу в действующую систему (в случае реконструкции), следует обеспечить наличие детальных данных по фактическим режимам водопотребления, а также данных о фактических параметрах работы существующего насосного оборудования (при его наличии).

4.3.4 При отсутствии детальных данных по фактическим режимам водопотребления, а также данных о фактических параметрах работы существующего насосного оборудования рекомендуется проведение предварительного обследования, предусматривающего одновременные непрерывные замеры расходов и напоров воды на вводе в здание, а также после существующего насосного оборудования (при его наличии), продолжительностью не менее трех суток.

Примечание – Для определения параметров МАНС на основании результатов замеров согласно 4.3.4 дополнительно следует учитывать сезонные изменения расходов воды, а также максимальную часовую неравномерность.

4.3.5 Для размещения МАНС следует предусматривать помещения, обеспечивающие защиту от несанкционированного доступа.

4.3.6 Электропитание МАНС следует предусматривать от главного распределительного щита (далее – ГРЩ) отдельным кабелем.

4.3.7 В последующих разделах настоящего стандарта предполагается использование МАНС в качестве ПНУ. Поэтому далее надлежит применять следующую схему:

- в общем случае использовать термин ПНУ (МАНС);

- в случае необходимости подчеркнуть компоновку ПНУ на объекте из отдельных насосных агрегатов, запорно-регулирующей арматуры, трубопроводной обвязки, КИПиА и шкафа управления (или разрозненных электрических и электронных комплектующих), например подрядчиком в ходе строительно-монтажных работ, будет применен термин ПНУ;

- в случае необходимости подчеркнуть, что данное положение относится однозначно к ПНУ заводского изготовления, будет применен термин МАНС.

4.4 Модульная автоматическая насосная станция – технические требования и типы исполнения, стандартная комплектность, компоновочное решение и структурная схема

4.4.1 МАНС должна соответствовать СП 30.13330 и СП 31.13330. Щит управления МАНС должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ Р 51321.1, ГОСТ Р 51317.6.3.

4.4.2 МАНС должна быть поставлена в смонтированном состоянии, готовой к подключению, с выполненным электромонтажом и предварительными регулировками.

4.4.3 При выборе МАНС в качестве повысительной установки следует учитывать условия и режимы ее работы в системах хозяйственно-питьевого и (или) противопожарного водоснабжения зданий, которые определяют тип исполнения МАНС, компоновочные и конструктивные решения, а также функциональное наполнение щита управления МАНС.

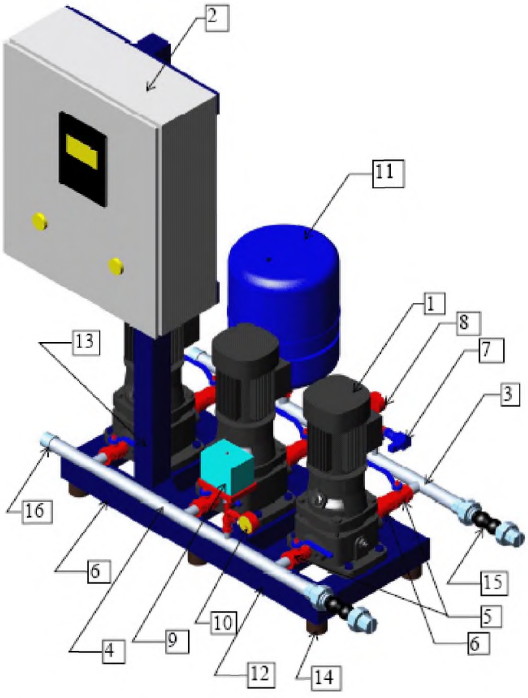
4.4.4 Различаются следующие типы исполнения МАНС:

- МАНС со ступенчатым (каскадным) управлением. Обеспечивает подачу воды в распределительную сеть внутреннего водопровода в соответствии с переменной характеристикой разбора воды потребителями путем ступенчатого регулирования (подключения/отключения) необходимого числа насосов в функции поддержания давления на выходе МАНС в заданном диапазоне. Выходное давление задается диапазоном (включения/выключения). Проектом должен быть предусмотрен дополнительный мембранный гидробак расчетного объема, устанавливаемый отдельно;

- МАНС с частотным регулированием. Обеспечивает подачу воды в распределительную сеть внутреннего водопровода в соответствии с переменной характеристикой разбора воды потребителями путем поддержания постоянного заданного значения давления на выходе МАНС. Поддержание постоянного заданного выходного давления обеспечивается посредством регулирования частоты вращения электродвигателя одного или нескольких насосов, а также с помощью подключения/отключения отдельных насосов (при совмещении каскадного управления и частотного регулирования – каскадно-частотном управлении);

- МАНС для противопожарного водоснабжения. Обеспечивает подачу воды в распределительную сеть внутреннего противопожарного водопровода в соответствии с расчетными расходами на нужды противопожарного водоснабжения. Порядок работы и другие дополнительные требования определены действующими нормативными документам для данного типа МАНС, включая положения СП 5.13130, ГОСТ Р 53325.

4.4.5 Комплектность и компоновочное решение МАНС следует определять проектом для каждого конкретного случая. Стандартная комплектность МАНС предусматривает 2 – 6 центробежных многоступенчатых насосов вертикальной компоновки с выполненным монтажом трубопроводной арматуры. Внешний вид и объем стандартной поставки МАНС представлены на рисунке 4.3.



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 4.3 – Стандартная поставка МАНС с вертикальными многоступенчатыми насосами

4.4.6 Обвязка каждого насоса в составе МАНС должна включать в себя обратный клапан и запорную арматуру. На выходе напорной магистрали МАНС должны быть установлены датчик давления, манометр и мембранный напорный бак. В объеме стандартной поставки МАНС должна быть укомплектована виброгасящими опорами и антивибрационными компенсаторами.

4.4.7 Типовая структурная схема МАНС (на базе трех насосов) представлена на рисунке 4.4.

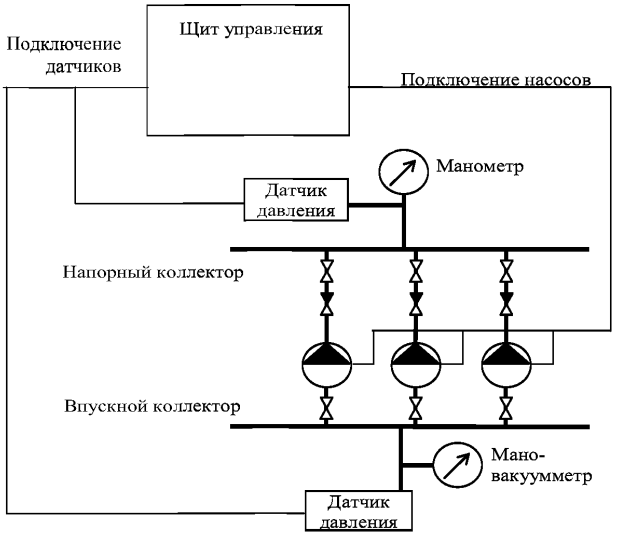


Рисунок 4.4 – Типовая структурная схема МАНС (на базе трех насосов)

5 Проектирование систем водоснабжения жилых и общественных зданий с повысительными насосными установками. Решения, определяемые проектной документацией

5.1 Расчет систем водоснабжения зданий с повысительными насосными установками. Задача и методика расчета

5.1.1 Одна из основных задач расчета системы водоснабжения здания состоит в определении необходимого (потребного) напора $H_{потр}$ в точке присоединения ввода к наружной водопроводной сети и сопоставлении результата с гарантированным напором воды $H_{гар}$ в наружной водопроводной сети. Подробно об определении потребного напора изложено в приложении А (пункт А.17).

5.1.2 Параметры насосов и их количество в составе ПНУ (МАНС) следует определять из расчета обеспечения максимального секундного расхода воды и по наибольшей величине $H_{потр}$.

5.1.3 Методика определения расчетных расходов и расчетных напоров приведена в приложении А.

5.1.4 В проектной документации обязательно должны быть отражены данные, определяющие в последующем максимальные параметры работы ПНУ (МАНС). К таким данным относятся: гарантированный напор воды, максимальный секундный расход и соответствующий ему необходимый (потребный) напор (наибольшая величина $H_{потр}$).

5.2 Определение типа повысительной насосной установки. Учет требования энергоэффективности

5.2.1 В системах водоснабжения жилых и общественных зданий (относящихся к пространственным системам водоснабжения) необходимо считать правилом управление работой ПНУ (МАНС) по критерию поддержания постоянного давления.

5.2.2 Применение дроссельного регулирования и регулирования байпасом при работе ПНУ (МАНС) в системах водоснабжения здания должно быть исключено по причине того, что при этих методах изменения параметров насосов итоговый КПД значительно снижается, относительная потребляемая мощность на единицу подачи в систему увеличивается, происходит непроизводительная потеря энергии.

Примечание – Обзор методов изменения (регулирования) рабочих параметров насоса, а также анализ вопросов, связанных с критерием управления работой ПНУ (МАНС), сочетанием частотного регулирования электропривода (далее – ЧРП) и параллельной работы насосов в составе установки, приведены в приложении В (таблица В.1).

5.2.3 В обеспечение необходимого уровня энергоэффективности и регулирования подачи исходя из критерия поддержания постоянного давления, с учетом характера эксплуатации ПНУ (МАНС) в системах водоснабжения зданий, обязательно применение ЧРП насоса (насосов) в составе ПНУ (МАНС).

Примечание – 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. При выборе компоновочных решений ПНУ (МАНС) следует учитывать, что при уменьшении частоты вращения рабочего колеса снижение КПД, как правило, усиливается (в случае соответствия максимума КПД точке пересечения характеристики насоса при номинальной частоте и линии установленного постоянного давления).

5.2.4 В случае применения стандартного насосного оборудования в целях повышения надежности и долговечности ПНУ (МАНС) не следует предусматривать возможность длительной работы насосов с увеличенной скоростью вращения (достигаемой за счет увеличения частоты тока выше номинального значения 50 Гц).

5.2.5 Основываясь на реальной эффективности ЧРП для конкретной системы водоснабжения здания, при разработке проектного решения по ПНУ (МАНС) следует сочетать применение ЧРП с другим способом снижения энергозатрат при работе ПНУ (МАНС) – уменьшением номиналов подачи и/или напора в расчете на один насос (при общем увеличении их количества).

5.2.6 Алгоритм работы ПНУ (МАНС) при совмещении ЧРП и ступенчатого регулирования в стандартном случае (ПНУ (МАНС) оснащено одним преобразователем частоты тока (далее – ПЧТ)) должен обеспечивать поддержание постоянного заданного значения давления (напора) на выходе ПНУ (МАНС), что означает непрерывную локализацию текущей рабочей точки ПНУ (МАНС) на линии контролируемого постоянного давления (напора) в месте ее пересечения с текущей характеристикой сети.

5.2.6.1 Если текущая рабочая точка (соответствующая фактическому на данный момент водопотреблению в системе, определяющему подачу) лежит в пределах характеристики одного насоса, то в работе будет находиться только один из насосов ПНУ (МАНС), этот насос будет работать под управлением ПЧТ, при этом скорость насоса (частота вращения рабочих колес) должна быть отрегулирована согласно текущему требованию системы по подаче.

5.2.6.2 Если текущая рабочая точка лежит за пределами характеристики одного насоса, но в пределах суммарной характеристики двух насосов, то в работе будут находиться два насоса ПНУ (МАНС), один из этих насосов будет работать в «сетевом» режиме, а второй насос будет работать под управлением ПЧТ, при этом скорость второго насоса (частота вращения рабочих колес) должна быть отрегулирована согласно текущему требованию системы по подаче.

5.2.6.3 Аналогичный алгоритм действует, если текущая рабочая точка лежит за пределами суммарной характеристики двух насосов, но в пределах суммарной характеристики трех насосов (в работе будут три насоса: два из них работают в «сетевом» режиме, один – регулируемый, под управлением ПЧТ) и т.д.

5.2.6.4 Рабочая точка каждого из насосов ПНУ (МАНС), работающих в «сетевом» режиме, будет находиться на пересечении характеристики насоса и линии постоянного давления; рабочая точка регулируемого с помощью ПЧТ насоса будет непрерывно определяться при локализации текущей рабочей точки ПНУ (МАНС) на линии контролируемого постоянного давления (напора) в месте ее пересечения с текущей характеристикой сети.

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

5.2.7 В ходе проектирования, в обеспечение максимального КПД работы насосной установки в целом, следует обеспечить такой оптимальный подбор насосов, применяемых в составе ПНУ (МАНС), чтобы на большей части рабочей зоны, и в первую очередь в точке пересечения характеристики насоса (при номинальной частоте вращения рабочих колес) и линии контролируемого постоянного давления (напора), был обеспечен максимальный КПД насосов.

Примечание – Целесообразность оснащения каждого насоса в составе ПНУ (МАНС) своим ПЧТ (применение насосов с интегрированными ПЧТ или установка соответствующего

количества ПЧТ в шкаф управления ПНУ (МАНС)) должны быть определены проектом. Такое решение может быть целесообразно при применении пропорционального регулирования. При управлении по критерию постоянного давления увеличения ПНУ (МАНС), оснащенная одним ПЧТ, будет обеспечивать основные параметры (напор и расход) 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 их совместной работе, с пониженной скоростью (частотой вращения рабочих колес) каждого из них.

5.2.8 Следует подбирать насосы в составе ПНУ (МАНС) так, 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 (МАНС) насосов со стабильными и пологими характеристиками.

5.3 Контрольно-измерительные приборы и автоматика, электротехнические устройства при использовании повысительных насосных установок

5.3.1 Щит управления ПНУ (МАНС) представляет собой совокупность силовых защитных элементов, пускорегулирующей и светосигнальной аппаратуры, органов контроля и управления и схемы локальной автоматики. Щит управления обеспечивает прием, распределение, коммутацию и преобразование электрической энергии в целях регулирования электроприводов насосов при помощи управляющих воздействий, создаваемых системой локальной автоматики ПНУ (МАНС) по заданному алгоритму. Щит управления обеспечивает непрерывный контроль и предотвращение аварийных ситуаций, обеспечивая функции защитных блокировок и ведение журнала аварийных событий. Функции блокировок по защите являются приоритетными по отношению к функциям регулирования.

5.3.2 Основными задачами системы локальной автоматики ПНУ (МАНС) как замкнутой системы автоматического регулирования (автоматизированной системы локального управления) являются обеспечение работы насосов в функции

поддержания стабильных выходных параметров в условиях переменных расходов путем пуска/остановки необходимого числа насосов и/или регулирования их частоты вращения по сигналам датчиков, а также сглаживание переходных процессов, например, связанных с переключениями насосов и другим. Ввиду сложности задач, характерных для гидродинамических процессов в трубопроводных сетях, систему локальной автоматики ПНУ (МАНС), как правило, следует выполнять на базе программируемого логического контроллера (далее – ПЛК).

5.3.3 Функциональное наполнение щита управления для ПНУ (МАНС) хозяйственно-питьевого водоснабжения следует определять проектом в зависимости от конкретных условий и способов регулирования.

5.3.4 Щит управления МАНС, выпускаемой серийно, должен обеспечивать выполнение следующего базового набора функций:

- защита насосов от перегрузки и короткого замыкания;

- защита насосов от работы без воды (по сигналу датчика/реле давления);

- регулирование основного насоса (насосов) в функции поддержания постоянных заданных выходных параметров с помощью частотного преобразователя;

- автоматический пуск/останов необходимого числа основных (рабочих) насосов;

- автоматическое включение резервного насоса (далее АВР) при неисправности основного насоса (одного из основных);

- автоматическое чередование насосов для обеспечения равномерного времени их работы (моточасов);

- возможность ручного пуска каждого из насосов в тестовом режиме для проверки функционирования при сервисном обслуживании;

- автоматическое переключение питающих вводов (при наличии АВР в схеме щита управления).

5.3.5 Щит управления МАНС, выпускаемой серийно, должен обеспечивать:

- индикацию о состоянии оборудования;

5.3.6 Щит управления МАНС, выпускаемой серийно, должен обеспечивать возможность интеграции в систему диспетчеризации объекта. Способ интеграции и объем информации следует определять проектом.

5.3.6 В щитах управления МАНС, выпускаемых серийно, в память ПЛК должны быть загружены «Заводские установки», которые соответствуют номинальным усредненным данным. В ПЛК должна быть предусмотрена функция возврата (повторной загрузки) «Заводских установок», необходимость которой обусловлена возможными ошибками персонала при выборе параметров МАНС на объекте (посредством интерфейса ПЛК в процессе эксплуатации или при настройке), приводящими к недопустимым и/или несоответствующим проектным режимам работы МАНС.

5.4 Размещение повысительных насосных установок. Требования к разработке сопутствующих проектных решений

5.4.1 Для размещения ПНУ (МАНС) следует предусматривать помещения, защищенные от несанкционированного доступа. При определении помещения для размещения ПНУ (МАНС) следует учитывать расположение ввода (вводов) воды в здание от централизованной системы водоснабжения, а также расположение главного распределительного щита (далее – ГРЩ) здания (электропитание ПНУ (МАНС) следует предусматривать от ГРЩ отдельным кабелем).

5.4.2 В ДПЭ следует предусматривать установку регуляторов давления, ограничивающих величину напора на санитарно-технических приборах до 45 м.вод.ст.

5.4.3 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.

5.4.4 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.

5.4.5 Мероприятия по предупреждению воздействия естественных шумов работы ПНУ на примыкающие жилые помещения включают в себя:

- 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 также 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 оборудования и его обслуживания).

5.4.6 Снижение естественных шумов, создаваемых работой ПНУ, за счет применения оборудования с более низкими показателями энергоэффективности и эксплуатационной надежности вместо перечисленных выше мероприятий не допускается.

5.4.7 Снижение шумового воздействия, создаваемого работой ПНУ, в примыкающих помещениях жилых и общественных зданий до нормативных значений должно носить комплексный характер и быть учтено разработчиками начиная со стадии принятия архитектурно-строительных, объемно-планировочных и конструкторский решений этих зданий по СП 51.13330.

5.5 Разработка решений по применению повысительных насосных установок при реконструкции систем водоснабжения зданий. Параметрический аудит

5.5.1 При разработке решений по применению ПНУ (МАНС) для систем водоснабжения зданий следует учитывать оценку стоимости жизненного цикла

комплексного технического решения, включающего ПНУ (МАНС). Для минимизации затрат и повышения эффективности для многих типов систем, в том числе и для рассматриваемых насосных систем, следует использовать анализ стоимости жизненного цикла комплексного технического решения ПНУ (МАНС).

Примечание – В зарубежной практике принято сокращение LCC – LifeCycleCost.

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

- начальные (капитальные) затраты, в том числе стоимость проектных работ, цена приобретения, затраты на строительство (реконструкцию) и монтаж;

- эксплуатационные затраты, в том числе 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 том числе на ликвидацию аварий, на вывод из эксплуатации и ввод в работу), экологические затраты и другие;

- затраты на прекращение деятельности, в том числе демонтаж и утилизацию.

5.5.2 Стоимость жизненного цикла следует определять следующим соотношением:

$$LCC = C_{IC} + C_{IN} + C_E + C_O + C_M + C_S + C_{ENV} + C_D, \quad (5.1)$$

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 пусконаладку 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 непроизводственные 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 существующих систем водоснабжения зданий, для получения наиболее достоверных исходных данных в целях последующего анализа стоимости жизненного цикла ПНУ (МАНС), следует проводить параметрический (насосный) аудит, включающий в себя замеры фактических расходно-напорных и электрических параметров насосного оборудования.

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

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

6 Монтаж повысительных насосных установок (модульных автоматических насосных станций) в системах водоснабжения зданий, контроль в ходе работ

6.1 Общие положения

6.1.1 Монтаж ПНУ (МАНС) следует выполнять с соблюдением требований СП 48.13330, СНиП 12-03, СНиП 12-04, настоящего стандарта, а также в соответствии с положениями и условиями инструкции (руководства) завода-изготовителя

по монтажу и эксплуатации МАНС. Для контроля технологических операций, связанных с монтажом МАНС и обвязкой ее соответствующими инженерными коммуникациями, следует использовать карту контроля, представленную в приложении К.

6.1.2 Монтаж ПНУ (МАНС) следует осуществлять в соответствии с проектной и рабочей документацией. Рабочая документация, принимаемая монтажной организацией к производству работ, должна быть утверждена заказчиком со штампом «В производство работ».

6.1.3 Все работы, связанные с монтажом и обслуживанием МАНС, должны быть осуществлены только квалифицированным персоналом.

6.1.4 В случае компоновки ПНУ на объекте из отдельных насосных агрегатов и шкафа управления при подготовке и выполнении монтажных работ следует руководствоваться положениями ВСН 394-78 [3], СТО НОСТРОЙ 2.15.8.

6.1.5 Работы по монтажу МАНС включают в себя следующие этапы:

- подготовительные работы;

- производство монтажных работ на объекте;

- производство электромонтажных работ по подключению МАНС к сетям электроснабжения, автоматизации и диспетчеризации объекта;

- сдача результатов работ по монтажу МАНС.

6.2 Подготовительные работы

6.2.1 Подготовительные работы включают в себя:

- общие подготовительные работы (входной контроль рабочей документации; разработка ППР; подготовка и согласование состава и форм исполнительной документации);

- организацию и подготовку работ на объекте (приемка площадки (помещения) для производства работ;

- организацию мест складирования и размещения на строительной площадке оборудования, материалов и механизмов, необходимых для производства работ;

- входной контроль применяемого оборудования и материалов). Входной контроль материалов следует фиксировать в журнале входного контроля по РД 64-117-90 (приложение 3) либо отдельными актами входного контроля.

6.2.2 Входной контроль рабочей документации следует проводить в соответствии с СП 48.13330, с учетом положений настоящего стандарта и технического задания на выполнение монтажных работ, с оформлением замечаний (при наличии).

6.2.3 ППР должен быть разработан монтажной организацией совместно с заказчиком до начала монтажных работ в соответствии с СП 48.13330, СТО НОСТРОЙ 2.33.51, РД-11-06-2007 [4], а также с учетом рекомендаций МДС 12-81-2007 [5].

В составе ППР должны быть разработаны:

- календарный план производства работ на объекте;

- график и порядок поступления на объект оборудования и материалов;

- схемы и ограничения движения рабочих кадров и технических средств по объекту;

- мероприятия по обеспечению сохранности оборудования и материалов на строительной площадке в течение всего периода монтажных работ;

- технологическая карта на выполнение работ (операции технологических процессов);

- потребность в ресурсах, включая решения по прокладке временных сетей водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, электроснабжения (в том числе для освещения площадки работ);

- решения по охране труда, включая:

а) организацию рабочих мест;

б) методы и средства проведения грузоподъемных работ;

в) меры безопасности при производстве монтажных работ.

6.2.4 При подготовке и согласовании с заказчиком состава и форм исполнительной документации, оформляемой при выполнении монтажных работ, следует руководствоваться РД 11-06.

6.2.5 Приемку площадки (помещения) для производства работ в общем случае следует проводить в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.15.3-2011 (раздел 4). В дополнение к требованиям указанного стандарта до начала работ в помещении, предназначенном для монтажа МАНС, должны быть завершены все виды строительных работ, монтаж трубопроводов и электромонтажные работы.

Исключением может быть чистовая отделка пола в зоне монтажа МАНС.

Приемку площадки (помещения) для производства работ (строительная и технологическая готовность объекта под монтаж) следует оформлять актом готовности объекта к производству работ по монтажу МАНС. Содержание акта установлено в соответствии с СП 48.13330, РД 11-02-2006 [6] и с учетом требований настоящего стандарта (рекомендуемая форма акта готовности объекта к производству работ по монтажу МАНС приведена в приложении Ж).

6.2.6 Организацию мест складирования и размещения на строительной площадке оборудования, материалов и механизмов, необходимых для производства работ, следует производить монтажной организацией по согласованию с заказчиком (генподрядной организацией) с учетом положений ППР и требований завода-изготовителя (с учетом температуры, влажности, запыленности в местах складирования и размещения).

6.2.7 Входной контроль применяемого оборудования и материалов следует проводить и оформлять в соответствии с СП 48.13330 и с учетом требований настоящего стандарта (рекомендуемая форма акта о проведении входного контроля МАНС приведена в приложении Е). В общем случае должны быть обеспечены:

- проверка наличия в составе сопроводительной документации к МАНС инструкции (руководства) завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации, паспорта, документации, подтверждающей качество, в соответствии с Законодательст-

вом РФ, а также наличия других разрешительных документов, если таковые определены проектной и рабочей документацией;

- визуальный контроль целостности упаковки (при ее наличии) и отсутствия следов механических повреждений на элементах и узлах МАНС;

- полное соответствие поступившего на объект оборудования (МАНС) и материалов решениям и требованиям рабочей документации (спецификации), включая наименование оборудования, его состав (комплектность) и основные параметры (в том числе по маркировке и сопроводительным документам), а также положениям технического задания на выполнение монтажных работ.

6.3 Монтажные работы

6.3.1 Приступать к выполнению монтажных работ следует после завершения подготовительных работ (см. 6.2).

6.3.2 Учет выполнения работ при монтаже МАНС необходимо вести в общем журнале работ по формам и согласно требованиям РД 11-05-2007 [7].

6.3.3 В состав работ по монтажу МАНС, как правило, входят следующие работы:

- подготовка пола (основания) для установки МАНС;

- размещение МАНС на пол (основание) в месте монтажа;

- присоединение МАНС к трубопроводам.

Примечание – При транспортировании МАНС категорически запрещается использовать напорный и/или всасывающий коллекторы в качестве элементов опоры или подвеса.

В состав работ по монтажу МАНС могут быть дополнительно включены:

- работы по частичной разборке МАНС для ее перемещения в зону производства монтажных работ, поскольку местные условия и массогабаритные характеристики МАНС могут не позволить транспортировать МАНС как единое изделие;

- электромонтажные работы (например, прокладка кабеля электроснабжения МАНС от ГРЩ, включая монтаж лотков, кабель-каналов и другое);

- работы по прокладке кабелей слаботочных систем для подключения МАНС к общей системе управления (автоматизации и диспетчеризации) объекта;

- работы по монтажу КИПиА, задействованных в схемах локальной и общей автоматизации при управлении режимами работы МАНС. При этом следует руководствоваться соответствующими нормативными документами, определяющими такие виды работ.

Договором (Техническим заданием на выполнение работ по монтажу МАНС) также должно быть определено лицо, ответственное за подключение к МАНС кабеля электроснабжения, подведенного от ГРЩ, и за подключение управляющих (сигнальных) кабелей (при наличии соответствующих проектных решений), подведенных от датчиков КИПиА и (или) от общей системы управления (автоматизации и диспетчеризации). Такая работа должна быть выполнена при проведении наладки и испытания МАНС (см. раздел 7).

6.3.4 Помещение для установки МАНС должно иметь вентиляцию, обеспечивающую необходимое охлаждение электродвигателей насосов. Спереди и сбоку от места установки МАНС необходимо обеспечить свободное расстояние – один метр.

6.3.5 МАНС следует монтировать на ровной и твердой поверхности (бетонный пол или основание). Для снижения вибраций, обусловленных работой насосных агрегатов, движением воды в трубопроводах МАНС, вес бетонного основания должен превышать вес МАНС более чем в полтора раза.

6.3.5.1 Необходимо исключить возможность подтопления МАНС. Завершение монтажа МАНС на основание или фундамент следует оформлять актом и соответствующей записью в общем журнале производства работ.

6.3.5.2 Договором на монтаж МАНС может быть предусмотрена подготовка пола (основания) до монтажа МАНС за пределами обязательств подрядной организации, выполняющей монтаж МАНС. В этом случае монтажная организация, обеспечивающая монтаж МАНС, должна провести приемку пола (основания) при приемке площадки (помещения) для производства работ с отражением результатов в акте готовности объекта к производству работ по монтажу МАНС.

6.3.6 Размещение МАНС на пол (основание) в месте монтажа следует осуществлять с учетом направления течения жидкости через насосы в составе МАНС исходя из положения подающих (подводящих) и принимающих (напорных) трубопроводов и их фактического положения и содержания рабочей документации.

В случае если рабочей документацией и комплектностью МАНС не предусмотрено использование виброоснований (гасителей вибрации), следует обеспечить жесткое крепление МАНС к полу (основанию).

6.3.7 Присоединение МАНС к трубопроводам следует выполнять, как правило, через фланцевое соединение. При этом следует установить компенсирующие вставки (в обеспечение гашения механических деформаций и снижения механического структурного шума в трубопроводах).

Стрелка на корпусе насоса указывает направление потока воды.

6.3.8 Для подключения МАНС необходимо применять трубы подходящего размера (допустимая скорость в трубопроводе при максимальном расходе должна быть не более 3 м/с).

6.3.9 Диаметр трубопроводов, подключаемых к МАНС, как правило, должен быть равным диаметру патрубков МАНС. Компенсирующие вставки следует устанавливать на расстоянии, равном 1,0 – 1,5 диаметра трубопровода, от фланца, завершающего соответствующий патрубок МАНС. При возможности высоких скоростей потока воды (5 м/с и более) следует устанавливать компенсирующие вставки большего диаметра, чем размер патрубков МАНС (трубопроводов). Рекомендуется применение резиновых компенсаторов (в целях снижения напряжения, передаваемого от трубопроводов на патрубки МАНС). Для фланцевых соединений, превышающих DN100, следует использовать компенсирующие вставки с ограничительными стяжками.

Для исключения возможности резонанса, всасывающий и напорный коллекторы необходимо подключать к трубопроводам через компенсаторы. Могут быть использованы оба конца трубопровода.

6.3.10 Свободный, незадействованный конец коллектора необходимо герметично закрыть. На коллекторах с фланцевыми окончаниями необходимо устанавливать глухие фланцы с уплотнительными прокладками, на коллекторах с резьбовым окончанием, как правило, следует применять резьбовые заглушки.

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

6.3.12 Соединение трубопровода с МАНС следует осуществлять таким образом, чтобы в коллекторе и трубопроводе не возникало внутренних деформаций.

6.3.13 Договором на монтаж МАНС может быть предусмотрено выполнение монтажа подающих (подводящих) и принимающих (напорных) трубопроводов одновременно с монтажом МАНС, в пределах обязательств одной подрядной организации. В этом случае рекомендуется первоначально разместить МАНС в месте монтажа и закрепить к полу (основанию), затем выполнить монтаж трубопроводов от МАНС к местам дальнейшего подключения (обеспечивая соответствующее закрепление трубопроводов для исключения напряжений, передаваемых на патрубки МАНС).

6.3.14 Трубопроводы, присоединяемые к МАНС, должны быть закреплены таким образом (например, к полу или стенам помещения), чтобы не могли двигаться, в том числе вращаться. При наличии колена трубы в прилегающих к МАНС трубопроводах следует обеспечить соответствующее закрепление трубопроводов с помощью кронштейна к полу или стене (во избежание вибрации).

6.4 Контроль результатов монтажных работ

6.4.1 Контроль результатов работ по монтажу следует осуществлять по их завершении, в процессе сдачи работ, и включать в себя:

- предъявление результатов монтажных работ на объекте, контроль качества их исполнения и соответствия требованиям проектной и рабочей документации, а также требованиям инструкции (руководства) завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации МАНС;

- оформление и передачу исполнительной документации.

6.4.2 При предъявлении результатов работ по монтажу МАНС должно быть проверено соответствие результатов работ требованиям проектной и рабочей документации, а также требованиям завода-изготовителя.

6.5 Электромонтажные работы

6.5.1 При размещении МАНС, подключении ее к электросети и вводе в эксплуатацию необходимо руководствоваться требованиями инструкций по технике безопасности для электроустановок до 1000 В.

6.5.2 Подключение электропитания, датчиков и внешних контрольно-измерительных приборов должно быть выполнено квалифицированным персоналом в соответствии с электрическими принципиальными схемами, идущими в составе документации МАНС.

6.5.3 Монтаж кабельных сетей электроснабжения автоматизации и диспетчеризации должен быть выполнен в соответствии с требованиями СП 76.13330 и СП 77.13330.

6.5.4 Кабели и провода, подведенные к МАНС, следует подключать через присоединительные устройства: винтовые зажимы, штепсельные разъемы, низкочастотные соединители (например, кабельные вилки и розетки и другое).

6.5.5 Жилы кабелей и проводов, подключаемые к МАНС, должны иметь запас по длине, достаточный для их трехкратной разделки и подключения.

6.5.6 Присоединение однопроволочных медных жил кабелей и проводов сечением 0,50 и 0,75 мм^2 и многопроволочных медных жил сечением 0,35; 0,50 и 0,75 мм^2 к приборам, аппаратным узлам МАНС, сборкам зажимов следует выполнять пайкой, если конструкция их выводов позволяет это осуществить, согласно СП 77.13330. Если медные жилы указанных сечений закреплены к аппаратным узлам МАНС, имеющим выводы для подсоединения под винт или болт, то жилы этих кабелей и проводов должны быть оконцованы наконечником под обжим.

6.5.7 Однопроволочные медные жилы кабелей и проводов сечением 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 мм^2 могут быть присоединены к МАНС под винт или болт, а многожиль-

ные провода таких же или больших сечений должны быть подсоединены с помощью наконечников или муфт.

6.5.8 Каждая жила кабеля или провод на месте присоединения к аппаратному узлу МАНС или устройству должны быть пронумерованы согласно номеру электрической цепи в соответствии с монтажной схемой, представленной в рабочей документации (далее – РД).

6.5.9 Применение алюминиевых кабелей и проводов в автоматизированных системах локального управления запрещено.

6.5.10 Разборные и неразборные соединения медных жил кабелей и проводов с выводами и зажимами приборов, аппаратов, сборок зажимов следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 10434.

6.5.11 Соединение стальных защитных труб между собой, с протяжными коробками, коробами и другими. в помещениях всех классов следует осуществлять стандартными резьбовыми соединениями.

Примечание – В помещениях всех категорий, кроме взрыво- и пожароопасных зон, допускается производить соединение стальных тонкостенных защитных труб гильзами из листовой стали или стальными трубами большего диаметра с последующей обваркой по всему периметру мест соединения, при этом не допускается прожог труб.

6.5.12 Средства автоматизации, элементы проводки монтажных конструкций следует заземлять согласно РД.

6.5.13 Заземляющие и специальные защитные проводники не следует использовать в качестве нулевого рабочего проводника (при электропитании по схеме «фаза-ноль»).

Примечание – Специальные защитные проводники, используемые для защиты информационных каналов от электромагнитных помех, использовать в качестве защитных проводников от поражения электрическим током не допускается.

6.5.14 Заземление МАНС и электропроводок автоматизированных систем локального управления следует осуществлять медными гибкими проводниками, при

этом для заземления экранов и брони контрольных кабелей проводники типа П-проводников следует припаивать к брони или экрану кабельной линии.

6.5.15 Сечение заземляющих медных проводников должно быть не менее 4 мм^2.

6.5.16 Сопротивление заземляющих устройств автоматизированных систем локального управления должно быть не более 4 Ом.

6.6 Контроль результатов электромонтажных работ

6.6.1 Контроль результатов электромонтажных работ следует осуществлять по их завершении, в процессе сдачи работ, и включать в себя:

- предъявление результатов работ на объекте, контроль качества их исполнения и соответствия требованиям проектной и рабочей документации, а также требованиям инструкции (руководства) завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации МАНС;

- проведение электролабораторных измерений:

а) протокол испытания заземления;

б) протокол измерения сопротивления металлической связи электрооборудования с заземляющим контуром;

в) протокол проверки срабатывания защиты при системе питания с заземленной нейтралью (измерение сопротивления петли «фаза-ноль»);

г) протокол проверки автоматических выключателей до 1000 В;

д) протокол проверки сопротивления изоляции проводов, кабелей и обмоток электрических машин;

- оформление и передачу исполнительной документации.

6.6.2 При предъявлении результатов электромонтажных работ по подключению МАНС должно быть проверено соответствие результатов работ требованиям проектной и рабочей документации, а также требованиям завода-изготовителя.

7 Испытание и наладка повысительных насосных установок (модульных автоматических насосных станций) в системах водоснабжения зданий

7.1 Испытания и наладка. Общие требования

7.1.1 При испытаниях и проведении наладочных работ МАНС должны быть соблюдены требования СП 77.13330. Рекомендуется выполнять работы с привлечением персонала производителя или уполномоченного им лица (шеф-наладка) или квалифицированным персоналом, имеющим разрешение на производство работ в электроустановках до 1000 В.

7.1.2 Перед началом испытаний и наладки МАНС следует выполнить подготовительные работы:

- до начала выполнения испытания и наладки МАНС следует разработать программу испытаний и наладки МАНС с учетом общих и специальных требований стандарта и согласовать ее с заказчиком (генеральным подрядчиком);

- проверить соответствие выполненных монтажных работ проектной документации и требованиям инструкции (руководства) завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации МАНС.

7.1.3 Общие требования к проведению испытаний и наладки МАНС:

- персонал, выполняющий испытания и наладку, должен быть обеспечен необходимым набором инструментов, измерительных приборов и средств индивидуальной защиты, входящих в Госреестр и поверенных в соответствии с регламентом поверки измерительных приборов:

а) мегаомметр 1000–2500 В;

б) токовые клещи до 400 А и до 1000 А;

в) тестер (с измерителем постоянного тока примерно 0–200 мА);

г) индикатор напряжения и потенциометр;

д) комплект резисторов и задатчик токового сигнала (4–20 мА);

е) наборы отверток и гаечных ключей;

ж) набор шестигранников и звездочек;

з) съемник изоляции до 4 мм^2 и обжимные клещи для наконечников;

и) осветительный прибор (фонарь), увеличительное стекло;

к) средства защиты основные и дополнительные;

- источник электроснабжения МАНС должен соответствовать проектной и рабочей документации, а также требованиям завода-изготовителя;

- поперечное сечение кабеля электроснабжения (от ГРЩ) должно соответствовать техническим требованиям, указанным в схеме электрических соединений;

- подключение к электросети МАНС должно быть выполнено в соответствии со схемой электрических соединений завода-изготовителя;

- работа по подключению к электросети должна быть выполнена при участии ответственного представителя заказчика (генподрядчика);

- к моменту начала испытаний заказчик (генподрядчик) обязан обеспечить подачу воды и электропитания к МАНС.

7.2 Состав и порядок проведения испытаний и наладочных работ. Акты по результатам испытаний

7.2.1 Испытания и наладочные работы по МАНС представляют собой комплекс работ, включающий в себя подключение, проверку, настройку и испытания оборудования, в целях обеспечения заданных параметров и режимов, предусмотренных проектом.

Примечание – Здесь понятие «оборудование» охватывает всю технологическую систему МАНС на объекте, включая трубопроводы, электротехнические, санитарно-технические и другие устройства и системы автоматизации, задействованные при работе МАНС.

7.2.2 Под периодом индивидуальных испытаний понимается период, включающий в себя работы, обеспечивающие выполнение требований, предусмотренных проектной и/или рабочей документацией, стандартами и техническими условиями, необходимыми для проведения индивидуальных испытаний МАНС.

7.2.3 Под периодом наладки оборудования понимается период, включающий в себя наладочные работы, выполняемые после результатов монтажных работ, в целях проверки работоспособности МАНС в части обеспечения параметров, определяемых проектной и рабочей документацией.

7.2.4 До начала индивидуальных испытаний МАНС следует осуществлять наладочные работы по электротехническим устройствам, автоматизированным системам управления, санитарно-техническому и теплосиловому оборудованию здания, выполнение которых обеспечивает проведение индивидуальных испытаний технологического оборудования ПНУ, при этом должны быть завершены работы по монтажу контура защитного заземления, приведена в работоспособное состояние вся регулирующая и запорная арматура, на которой должны быть смонтированы исполнительные механизмы систем автоматизации; система автоматического пожаротушения и сигнализации должна быть введена в действие. Испытания и наладочные работы на МАНС начинаются по завершении III этапа пусконаладочных работ электротехнических устройств согласно СНиП 3.05.06, от которых осуществляется электроснабжение МАНС.

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

7.2.6 До начала наладочных работ МАНС следует провести проверку (входной контроль) основных улов и деталей, входящих в ее состав.

7.2.7 До начала испытаний и наладочных работ следует оформить письменное разрешение (Акт-допуск на проведение испытаний и наладочных работ) с указанием ответственных лиц по подаче электроснабжения и водоснабжения на МАНС.

7.2.8 Подключение кабеля электроснабжения, подведенного от ГРЩ, и подключение управляющих (сигнальных) кабелей (при наличии соответствующих проектных решений), подведенных от датчиков КИПиА и (или) общей системы управления (автоматизации и диспетчеризации) следует выполнять в соответствии с рабочей документацией с обязательным контролем требований и условий инструкции (руководства) завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации МАНС.

7.2.9 Все работы по подключению кабелей электроснабжения, управляющих (сигнальных) кабелей следует осуществлять при выключенном (обесточенном) оборудовании в составе МАНС, в строгом соответствии с ПТЭ [8] и ПУЭ [9]. Следует обеспечить выполнение всех нормативных требований для исключения подачи напряжения на кабели, подключаемые к МАНС. Корпус шкафа управления МАНС должен быть заземлен в соответствии с требованиями ПУЭ.

7.2.10 В исполнительной документации должны быть представлены:

- акт входного контроля (в случае поставки оборудования подрядной организацией);
- акт передачи оборудования в монтаж (в случае предоставления оборудования заказчиком/генподрядчиком);
- акт проведения скрытых работ на подготовку основания для МАНС;
- акт о завершении электромонтажных работ;
- акт гидравлических испытаний оборудования (в случае ПНУ);
- акт о завершении индивидуальных испытаний;
- акт технической готовности оборудования к эксплуатации;
- общий журнал производства работ.

7.3 Локальная пусконаладка

7.3.1 Проверить марку и параметры установленного оборудования на соответствие проектным данным.

7.3.2 Проверить качество монтажа элементов МАНС на пол (основание).

7.3.3 Проверить качество монтажа в местах присоединения МАНС к подводящему и напорному трубопроводам на предмет наличия опор и виброгасящих вставок (в соответствии с проектной и рабочей документацией), а также отсутствие перекосов и напряжений в местах присоединения примыкающих трубопроводов.

7.3.4 Проверить условия размещения оборудования на соответствие эксплуатационным требованиям, указанным в инструкции.

7.3.5 Проверить отрегулировать давление газа в мембранном баке в соответствии с формулой $0,7P_{уст}$ (для частотно- регулируемых систем) и $0,9P_{уст}$ (для ступенчато-каскадных систем).

Примечание – Для систем хозяйственно-питьевого водоснабжения в полость между мембраной и корпусом бака следует закачать воздух, в системах горячего водоснабжения отопления в основном используется азот.

7.3.6 Удалить воздух из насосов и приборов КИПиА.

7.4 Наладочные работы в части электрооборудования, автоматического управления и диспетчеризации

7.4.1 Выполнить внешний осмотр электродвигателей, шкафа управления и кабелей питания на предмет отсутствия механических и других повреждений.

7.4.2 Проверить свободу вращения валов насосных агрегатов и их двигателей на предмет отсутствия заклинивания и прочего.

7.4.3 Проверить сопротивление обмоток статора электродвигателей.

7.4.4 Проверить сопротивление изоляции обмоток статора электродвигателя.

7.4.5 Проверить номинальные параметры электродвигателей насосов (напряжение, частота, ток, мощность), указанные на заводских шильдиках, на соответствие номиналам защитных и коммутационных аппаратов щита управления.

7.4.6 Проверить и настроить токовые уставки защитных автоматов.

7.4.7 Проверить качество питающей сети 3×380 В, 50 Гц.

7.4.8 Проверить наличие заземления.

7.4.9 Выполнить протяжку контактов коммутационных аппаратов перед пуском.

7.4.10 Проверить паспортные данные датчиков/реле давления на соответствие схеме и техническим характеристикам.

7.4.11 Выполнить внешний осмотр манометров, датчиков/реле давления и сигнальных проводов на предмет отсутствия механических повреждений.

7.4.12 Проверить состояние ПЛК, панели управления, ПЧТ других электронных приборов щита управления на работоспособность, на прием сигналов от датчиков и других контроллеров.

Результаты проверки зафиксировать в акте технической готовности модульной автоматической насосной станции к эксплуатации (см. приложение Е).

7.4.13 Подать электропитание на щит управления МАНС.

7.4.14 В соответствии с инструкцией пользователя осуществить переход в меню в журнал аварий (при наличии) и проконтролировать отсутствие действующих, не подтвержденных аварийных сообщений. При отсутствии панели оператора и ПЧТ необходимо убедиться в отсутствии аварийной сигнализации на щите в виде ламп индикации. При наличии действующих аварий необходимо понять их причину и устранить. После устранения причины необходимо выполнить «сброс аварии». При отсутствии отдельной кнопки «Сброс аварии» эта функция может быть вызвана кратковременным снятием и подачей электропитания на МАНС.

7.4.15 Выполнить пробный пуск для проверки направления вращения электродвигателей.

7.4.16 Руководствуясь инструкцией (руководством) завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации МАНС, выполнить корректировку заводских уставок эксплуатационных параметров, настраиваемых в ПЛК щита управления и/или ПЧТ, в соответствии с техническим заданием и/или проектными данными.

Результаты корректировки занести в акт технической готовности модульной автоматической насосной станции к эксплуатации (см. приложение Е).

7.4.17 Выполнить запуск станции в режиме локальной наладки под контролем специалистов наладки и проконтролировать выход МАНС на режим работы, соответствующий проектной и рабочей документации и руководству по монтажу и эксплуатации завода-изготовителя. При невыходе на режим с первого раза необходимо выявить причину и повторить процедуру запуска до тех пор, пока МАНС не выйдет на режим.

7.4.18 Для подтверждения работы станции рекомендуется провести контроль работы в течение 72 часов с момента запусков.

7.4.19 При наличии системы комплексной автоматизации и/или диспетчеризации после успешного завершения работ по локальной пуско-наладке необходимо передать станцию к производству работ по комплексной наладке. В соответствии с проектной и рабочей документацией и руководством по монтажу и эксплуатации надлежит обеспечить взаимодействие со смежной системой, включая прием и передачу сигналов смежной системы, например, системы диспетчеризации и/или комплексной автоматизации.

7.5 Контроль выполнения работ. Исполнительная документация

7.5.1 После испытания и проверки оборудования на работоспособность (при отсутствии замечаний) выполнить завершающий этап пусконаладки МАНС. По согласованию с владельцем электроустановки (службой эксплуатации здания) и ответственными за санитарно-техническое оборудование здания после промывки и дезинфекции МАНС выполнить ее пуск с подачей воды в распределительную сеть внутреннего водопровода здания и выводом на эксплуатационный режим. В ходе подачи воды произвести проверку:

- заданных режимов эксплуатации МАНС (поддержание заданного давления при условии переменных расходов в диапазоне, определенном расчетами минимальных и максимальных расходов);

- чередования насосов по наработке часов;

- включения резервного насоса при отключении основного;

- перехода в режим ожидания (с остановкой насосных агрегатов) МАНС при отсутствии водопотребления с последующим возобновлением ее работы;

- работоспособности обратных клапанов;

- отсутствия посторонних шумов и повышенной вибрации насосов;

- достоверности отображаемой информации о работе оборудования МАНС на панели ПЛК;

- срабатывания световой и звуковой сигнализации МАНС.

7.5.2 В ходе проведения пусконаладочных работ следует провести инструктаж обслуживающего персонала по правилам технического обслуживания в соответствии с инструкцией (руководством) завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации МАНС.

7.5.3 После выполнения пусконаладки и отсутствия замечаний от заказчика (генподрядчика) следует оформить:

- акт технической готовности оборудования (см. приложение Е);

- акт об окончании пусконаладочных работ (см. приложение Е).

Примечание – Если монтаж ПНУ выполнен путем поэлементной сборки из отдельных узлов и агрегатов на объекте (в месте производства работ) силами монтажной организации, то после сборки выполняются гидравлические испытания, а после наладки – обкатка оборудования с оформлением акта индивидуального испытания (см. приложение З). Необходимость в обкатке и ее продолжительность определяются по данным (техническим условиям) завода-изготовителя для конкретного насосного оборудования, представленного в составе ПНУ, а при отсутствии таких данных (технических условий) продолжительность проверки следует уточнить по согласованию с технической службой заказчика (службой эксплуатации).

7.5.4 После оформления актов (см. 7.5.3) и их подтверждения подписями сторон наладочные работы считаются выполненными, а результаты работ готовы для предъявления приемочной комиссии.

Примечание – Как правило, участие пусконаладочной организации в комплексных испытаниях инженерных сетей здания с учетом работы МАНС не требуется.

7.5.5 Общий порядок наладки ПНУ (МАНС) изложен в приложении И (таблица И.1).

Приложение А

(рекомендуемое)

Системы водоснабжения здания с повысительными насосными установками. Определение расчетных расходов и расчетных напоров воды

А.1 В зависимости от назначения, этажности и объема зданий, а также местных условий проектом могут быть предусмотрены следующие типы систем водоснабжения здания (внутреннего водопровода), оснащаемых ПНУ: хозяйственно-питьевые, противопожарные или объединенные (хозяйственно-питьевые и противопожарные).

А.2 Для ДПЭ необходимо зонирование систем водоснабжения здания – разделение внутреннего водопровода на вертикальные зоны. Зонирование внутренней системы водопровода ледует применять при превышении допустимых пределов гидростатического напора в системе, а также если по условиям работы системы требуется выделить в ней зоны, характеризуемые особым режимом подачи воды или задаваемыми величинами напора. Применение ПНУ следует предусматривать как в однозонных, так и в многозонных системах водоснабжения здания.

А.3 Однозонные системы водоснабжения здания следует проектировать при питании внутреннего водопровода непосредственно от наружной водопроводной сети.

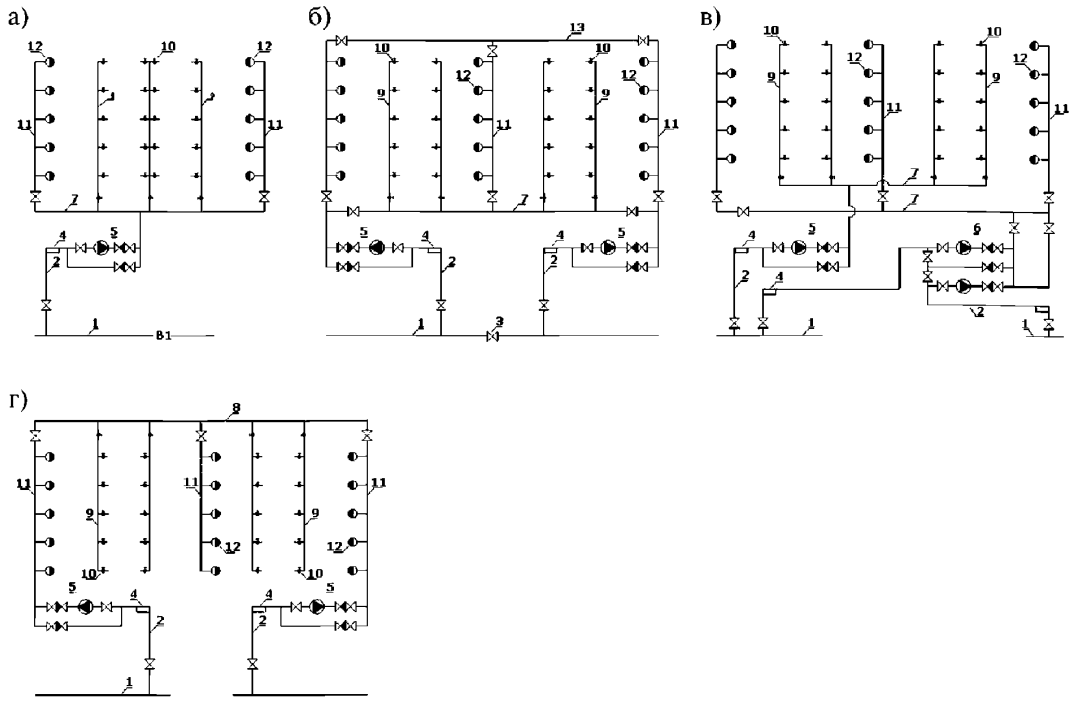
При этом гидростатический напор в хозяйственно-питьевой сети внутреннего водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора не должен превышать 45 м.

Примечание – Допускается повышать давление до 60 м, перечень условий изложен в СП 30.13330.2012 (пункт 5.2.10).

А.4 Однозонную или первую (нижнюю) зону многозонной распределительной сети внутреннего водопровода, следует проектировать из расчета максимального использования гарантированного напора наружной водопроводной сети на вводе в здание. При малых значениях гарантированного напора в наружной водопроводной сети в системе водоснабжения здания следует предусматривать ПНУ. Разделение на зоны определяется с учетом величин допустимого давления в сети внутреннего водопровода каждой зоны.

А.5 Схемы однозонных внутренних систем водопровода с применением ПНУ показаны на рисунке А.1.

А.5.1 Рисунок А.1, изображение а) – тупиковая схема с нижней магистральной разводкой (см. А.3).



а) – с нижней магистральной разводкой, тупиковая; б) – с нижней магистральной разводкой, с закольцованными вводами; в) – с нижней магистральной разводкой, со вводами, присоединенными к различным участкам наружной водопроводной сети; г) – с верхней магистральной разводкой, со вводами, присоединенными к различным участкам наружной водопроводной сети

1 – участок наружной водопроводной сети; 2 – водопроводный ввод; 3 – разделительная задвижка; 4 – водомерный узел; 5 – ПНУ; 6 – ПНУ (противопожарное водоснабжение) на двух вводах; 7 – нижняя магистральная разводка; 8 – верхняя магистральная разводка; 9 – стояк распределительной сети внутреннего водопровода; 10 – водоразборная арматура; 11 – стояк распределительной сети противопожарного внутреннего водопровода; 12 – пожарный кран; 13 – верхняя кольцующая перемычка с разделительной запорной арматурой

Рисунок А.1 – Схемы однозонных внутренних систем водопровода с применением ПНУ

А.5.2 Рисунок А.1, изображение б) – схема с закольцованными вводами, с нижней магистральной разводкой, для объединенной (хозяйственно-питьевой и противопожарной) распределительной сети внутреннего водопровода, с присоединением вводов к одной линии наружной кольцевой водопроводной сети. В зданиях высотой 6 этажей и более при объединенной (хозяйственно-питьевой и противопожарной) распределительной сети внутреннего водопровода пожарные стояки следует закольцевать сверху. В этой схеме на каждом вводе должна быть предусмотрена своя ПНУ, а самостоятельность каждого ввода, присоединенного к одной и той же

линии наружной кольцевой водопроводной сети, следует обеспечивать разделительной задвижкой 3 на этой линии.

А.5.3 Рисунок А.1, изображение в) – схема с вводами, присоединенными к различным участкам наружной водопроводной сети, с нижней магистральной разводкой, при отдельном подключении хозяйственно-питьевой и противопожарной распределительных сетей внутреннего водопровода. Такую схему следует принимать при расчетном давлении в распределительной сети внутреннего противопожарного водопровода, превышающем 0,45 МПа, а также при давлении на вводе в здание, не обеспечивающем потребные напоры для хозяйственно-питьевых и/или противопожарных систем. Должны быть предусмотрены две группы насосов: ПНУ для хозяйственно-питьевого внутреннего водопровода и ПНУ для противопожарного внутреннего водопровода с обязательным подключением последней к двум независимым вводам.

А.5.4 Рисунок А.1, изображение г) – схема с вводами, присоединенными к различным участкам наружной водопроводной сети, с верхней магистральной разводкой, для объединенной (хозяйственно-питьевой и противопожарной) распределительной сети внутреннего водопровода, при этом каждый ввод должен быть снабжен отдельной ПНУ.

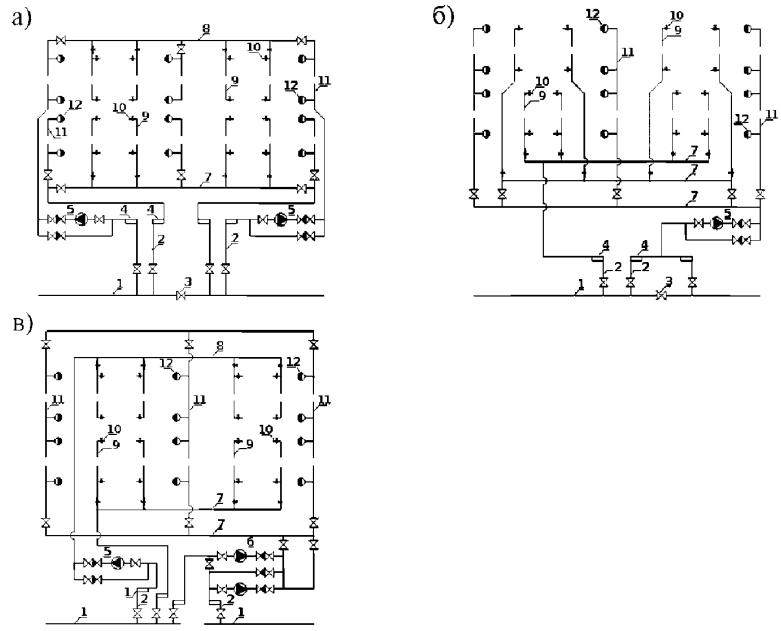
А.6 Схемы многозонных внутренних систем водопровода с применением ПНУ показаны на рисунке А.2.

А.6.1 Рисунок А.2, изображение а) – объединенная (хозяйственно-питьевая и противопожарная) распределительная сеть внутреннего водопровода с закольцованными вводами, проектируется подобно схеме для однозонных внутренних систем водопровода, представленной на рисунке А.1, изображение б). Нижняя зона питается непосредственно от наружного водопровода, потребный напор этой зоны, соответствующий гарантированному напору в наружной водопроводной сети, будет определяться условиями внутреннего пожаротушения I зоны. Исходя из этого, число этажей I зоны может быть небольшим. Потребный напор насосов ПНУ (см. рисунок А1, позиция 5) следует определять из условия внутреннего пожаротушения II зоны.

А.6.2 Рисунок А.2, изображение б) – объединенная (хозяйственно-питевая и противопожарная) распределительная сеть внутреннего водопровода только для II зоны, с нижней разводкой магистральных трубопроводов. По этой схеме число этажей I зоны будет больше, чем по схеме рисунка А.2, изображение а), при прочих равных условиях. По этой схеме предусмотрена одна ПНУ, следовательно, энергозатраты на перекачку воды, как правило, меньше по сравнению со схемой рисунка А.2, изображение а).

А.6.3 Рисунок А.2, изображение в) – раздельная хозяйственно-питьевая и противопожарная распределительная сеть с вводами, присоединенными к различным участкам наружной во-

допроводной сети. Энергозатраты по этой схеме меньше по сравнению со схемами рисунков А.2, изображение а) и А.2, изображение б), так как они обусловлены главным образом работой ПНУ (см. позицию 5).



а) – объединенная (хозяйственно-питьевая и противопожарная) распределительная сеть внутреннего водопровода с закольцованными вводами; б) – объединенная (хозяйственно-питьевая и противопожарная) распределительная сеть внутреннего водопровода только для II (верхней) зоны; в) – раздельная (хозяйственно-питьевая и противопожарная) распределительная сеть внутреннего водопровода с вводами, присоединенными к различным участкам наружной водопроводной сети

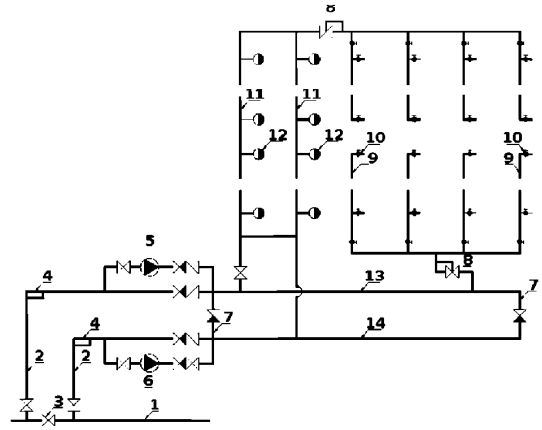
1 – участок наружной водопроводной сети; 2 – водопроводный ввод; 3 – разделительная задвижка; 4 – водомерный узел; 5 – ПНУ; 6 – противопожарные насосы (ППН) на двух вводах; 7 – нижняя разводка; 8 – верхняя разводка; 9 – водопроводный стояк; 10 – водоразборная арматура; 11 – стояк распределительной сети противопожарного внутреннего водопровода; 12 – пожарный кран; 13 – верхняя кольцующая перемычка

Рисунок А.2 – Схемы зонных внутренних систем водопровода с ПНУ

А.7 Рисунок А.3 – схема двухзонной внутренней системы водоснабжения, 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 наруж-

ной водопроводной сети. 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 обеим 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».

В схеме водоснабжения согласно рисунку А.3 давление при водоразборе 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.



1 – участок наружной водопроводной сети; 2 – водопроводный ввод; 3 – разделительная задвижка; 4 – водомерный узел; 5 – ПНУ (противопожарное водоснабжение); 6 – ПНУ II зоны; 7 – перемычка между подводящими магистральными трубопроводами; 8 – регулятор давления «после себя»; 9 – водопроводный стояк; 10 – водоразборная арматура; 11 – пожарный стояк; 12 – пожарный кран; 13 – магистральный трубопровод низкого давления (ТНД) I зоны; 14 – магистральный трубопровод высокого давления (ТВД) I зоны

Рисунок А.3 – Двухзонная схема внутренней системы водоснабжения

А.8 Необходимость установки повысительных насосов (ПНУ) следует определять при расчете системы водоснабжения здания путем определения необходимого (потребного) напора в

точке присоединения ввода к наружной водопроводной сети и сопоставления результата с гарантированным напором воды в наружной водопроводной сети. Гидравлический расчет распределительной сети внутренних водопроводов следует производить по наибольшему расчетному секундному расходу воды.

А.9 Для однозонной внутренней системы водопроводов жилых и общественных зданий (см. рисунок А.1) расчеты распределительных сетей следует производить на пропуск хозяйственно-питьевого и нормированного противопожарного расходов воды, при этом объединенные (хозяйственно-питьевые и противопожарные) распределительные сети внутренних водопроводов следует рассчитывать на пропуск расчетного пожарного расхода воды при наибольшем расчетном секундном расходе на хозяйственно-питьевые нужды.

Параметры насосов и их количество в составе ПНУ следует определять из расчета обеспечения максимального секундного расхода воды и по наибольшей величине.

А.10 В многозонных системах водоснабжения зданий для каждой зоны следует определять расчетные расходы и потребные напоры, в зависимости от принятой схемы (см. рисунки А.2 и А.3) и по их значениям подбирать насосы в составе ПНУ.

А.11 Распределительные сети внутренней системы водопровода, подключенные к двум вводам наружной водопроводной сети, следует рассчитывать с учетом выключения одного из вводов.

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 следует производить 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).

А.12 Диаметры труб распределительной сети внутренней системы водопровода следует назначать из расчета наибольшего использования наружной водопроводной сети. Диаметры трубопроводов кольцующих перемычек следует принимать по наибольшему диаметру водоразборного стояка или больше.

А.13 Скорость движения воды в трубах при пропуске хозяйственно-питьевого расхода следует принимать в пределах 1,0–1,5 м/с – при питании от наружной водопроводной сети и менее 1,0 м/с – при питании от напорных резервуаров (баков) запаса воды.

А.14 Расчет внутренней системы водопровода здания следует выполнять в следующей последовательности:

- по генплану участка, планам типового этажа, технического этажа (при наличии) и подвала здания построить расчетную аксонометрическую схему внутреннего водопровода, на которой определить расчетную (диктующую) точку и наметить расчетное направление движения воды от точки присоединения ввода к наружной сети до расчетной точки;

- расчетное направление разбить на расчетные участки;

- определить расчетные расходы воды, поступающей к потребителям, в расчетных точках;

- по расчетным расходам подобрать диаметры трубопроводов, учитывая рекомендуемые скорости движения воды в них;

- по расчетным расходам и диаметрам определить потери напора во всех элементах распределительной сети внутренней системы водопровода;

- сравнить потери напора с гарантированным напором воды в наружной водопроводной сети и определить необходимость установки ПНУ.

А.15 Расчетные расходы воды во внутренних системах водопровода ДПЭ следует определять согласно действующим нормам и правилам по СП 30.13330.

Примечание – В действующем (на момент выпуска настоящего стандарта) СП 30.13330 отсутствует методика определения расчетных расходов, в связи с чем до актуализации СП 30.13330 допускается использовать СТО 02494733 5.2-01-2006 [10, раздел 4, приложения А и В].

А.16 Для жилых и общественных зданий необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, а также расходы воды на пожаротушение следует принимать, руководствуясь действующими нормами по противопожарной защите зданий.

А.17 Необходимый (потребный) напор следует определять по формуле (А.1):

$$H_{\text{потр}} = H_{\text{геом}} + \Sigma H_{\text{потр}} + H_j, \qquad \text{(А.1)}$$

где $H_{\text{потр}}$ – необходимый (потребный напор), м;

$H_{\text{геом}}$ – 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;

$\Sigma H_{\text{потр}}$ – сумма потерь напора, м;

H_j – нормированный свободный напор расчетного водоразборного прибора, м.

А.18 Сумму потерь напора следует определять по формуле (А.2):

$$\Sigma H_{\text{пот}} = h_{\text{дл}} + h_{\text{м}} + h_{\text{сч}}, \qquad \text{(А.2)}$$

где $\Sigma H_{\text{пот}}$ – сумма потерь напора, м;

$h_{\text{дл}}$ – потери напора по длине, м;

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

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

Примечания

1 $h_{дл} = iL$; i – гидравлический уклон; L – длина расчетного участка, м;

2 $h_м = k_м h_{дл}$; $k_м$ – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, следует принимать: 0,3 – в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий; 0,2 – в сетях объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводов; 0,1 – в сетях противопожарных водопроводов;

3 $h_{сч} = Sq^2$; S – гидравлическое сопротивление счетчика; q – расчетный расход воды. Потери напора в счетчике не должны превышать: в крыльчатых счетчиках холодной воды – 5 м, турбинных – 2,5 м, а при пожаре – 10 м.

А.19 При объединении стояков в секционные узлы потери напора в узле $H_{с.узел}$, м, следует определять по формуле (А.3):

$$H_{с.узел} = \frac{f\sum[il(1+k_м)]}{n}, \quad (А.3)$$

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;

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

n – число стояков в узле;

i – гидравлический уклон.

А.20 Максимальный напор, развиваемый ПНУ, следует определять с учетом наименьшего гарантированного напора в наружной водопроводной сети по формуле (А.4):

$$H^{макс}_{нас} = (H_{потр} - H_{гар}) + h_{нас}, \quad (А.4)$$

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

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

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

Приложение Б

(справочное)

Повысительная насосная установка и распределительная сеть. Параллельная и последовательная работа насосов

Б.1 Для рабочей части характеристики $Q - H$ насосов, применяемых в составе ПНУ (для перекачивания чистой воды), распространена зависимость:

$$H = a - bQ^2, \quad (Б.1)$$

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

В случае применения ПНУ, состоящей из однотипных насосов с одинаковой рабочей характеристикой, подключенных в составе ПНУ параллельно, может быть применена такая же зависимость для описания характеристики $Q - H$ ПНУ.

При работе насоса (ПНУ) с характеристикой $Q - H$ на распределительную сеть внутреннего водопровода требуется создать напор для преодоления гидравлического сопротивления – суммы сопротивлений элементов, каждый из которых оказывает сопротивление потоку, что сказывается в итоге на потерях напора.

$$\Delta H = kQ^2, \quad (Б.2)$$

где ΔH – потери напора на одном элементе (участке) сети, м;

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

k – коэффициент потерь напора, зависящий от вида элемента (участка) сети, $с^2/м^5$.

Б.2 Совместная работа насоса (ПНУ) и распределительной сети характеризуется точкой материального и энергетического равновесия (пересечения характеристик насоса (ПНУ) и распределительной сети внутреннего водопровода) – рабочей (режимной) точкой с координатами (Q_1, H_1), отражающими текущую подачу и напор при работе насоса (ПНУ) на распределительную сеть внутреннего водопровода (см. рисунок Б.1).

Распределительная сеть внутреннего водопровода относится к открытым трубопроводным системам, так как обеспечивает транспортировку воды из одной точки в другую, насос (ПНУ) обеспечивает потребный напор в точках разбора, преодолевая гидравлические потери, при этом объем транспортируемой жидкости не является постоянным в связи с ее потреблением в точках разбора.

Б.3 В методическом плане, предусматривая ПНУ в системах водоснабжения здания, следует отличать открытую систему с насосом (ПНУ) ниже точки разбора (см. рисунок Б.1) и открытую систему с насосом (ПНУ) выше точки разбора (см. рисунок Б.2).

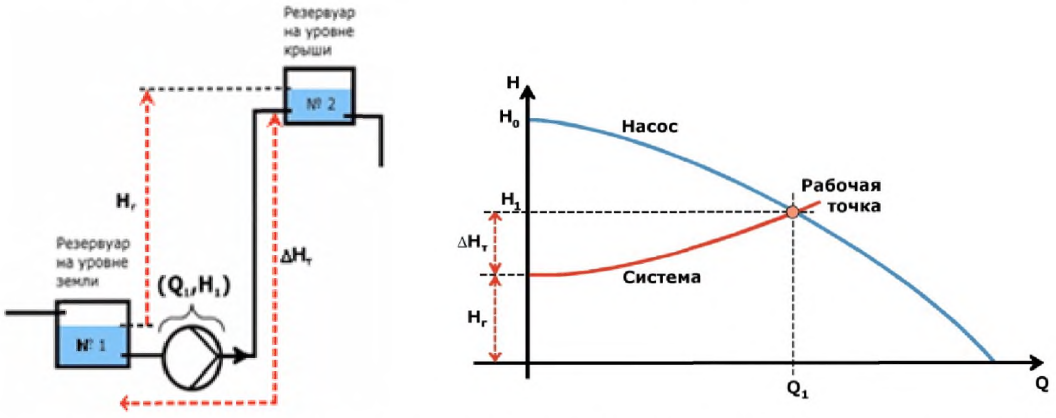


Рисунок Б.1 – Открытая система водоснабжения с насосом (ПНУ) ниже точки разбора

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

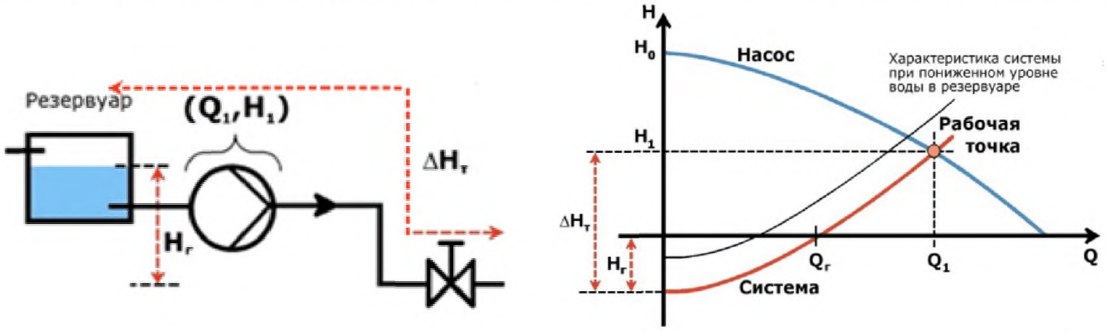


Рисунок Б.2 – Открытая система водоснабжения с насосом (ПНУ) выше точки разбора

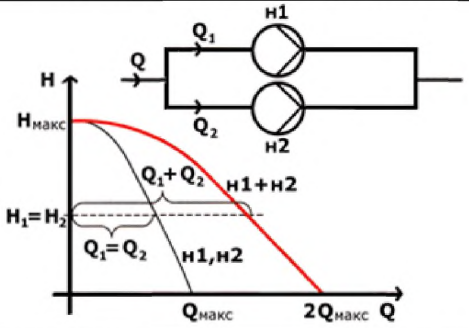
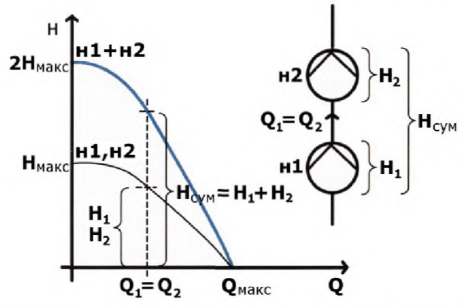
Примечание – В открытой системе водоснабжения с насосом (ПНУ) выше точки разбора (см. рисунок Б.2) вода под влиянием перепада H_r доставляется потребителю без насоса (ПНУ), разница высот текущего уровня жидкости в резервуаре и точки разбора H_r обеспечивает некий расход Q_r; обусловленный перепадом высот напор недостаточен для обеспечения потребного расхода Q_1, насос (ПНУ) должен добавить напор H_1, чтобы полностью преодолеть потери на трение ΔH_t; характеристика распределительной сети (системы) – парабола с началом (0; H_r).

Б.4 При проектировании следует учитывать, что при недостаточности входного напора (гарантированного давления на вводе) устанавливаемая в здании ПНУ работает по схеме последовательного соединения с насосным оборудованием наружного водопровода, которое условно

показано на рисунках Б.1 и Б.2 в виде резервуара, обеспечивающим некоторый уровень напора воды на вводе в здание (как правило, в соответствии с рисунком Б.2). В зависимости от конкретных условий системы водоснабжения здания следует определять требования к шкафу управления в части режимов работы, параметров контроля (управления) и необходимых видов защиты.

При проектировании также необходимо учитывать (см. таблицу Б.1), что при последовательном подключении насосов суммарный напор (давление) больше, чем развивает каждый из насосов; параллельная установка насосов (например, в составе ПНУ) обеспечивает расход больше, чем каждый насос отдельно.

Таблица Б.1 – Параллельная и последовательная работа насосов

Насосы, установленные параллельно	Насосы, установленные последовательно
	
Следует применять в насосных станциях водоснабжения, имеющих переменный расход (подачу), обеспечение текущего потребного расхода выполнять путем отключения/включения параллельных насосов. Обычно следует использовать насосы одного типа и размера, однако отличия типоразмера возможны. Часть насосов могут быть частотно регулируемыми и поэтому работать с иными характеристиками. Сочетание параллельности и регулирования частоты вращения – оптимальный путь достижения эффективной работы насосов при изменении расхода	Следует применять 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 быть использованы разные насосы, один или несколько могут быть регулируемыми. Комбинации последовательных насосов с фиксированной и регулируемой скоростью следует использовать там, где требуется постоянство высокого давления

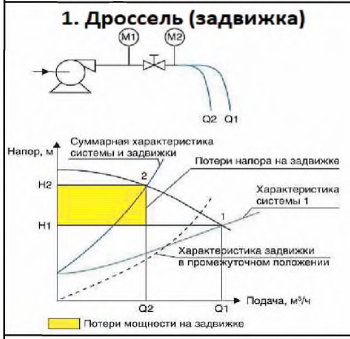
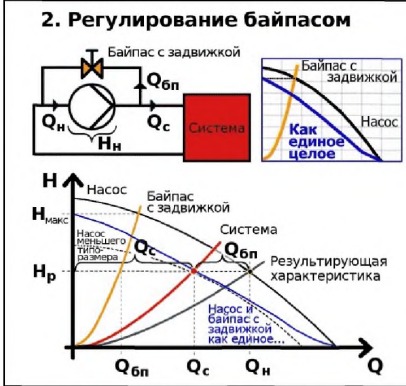
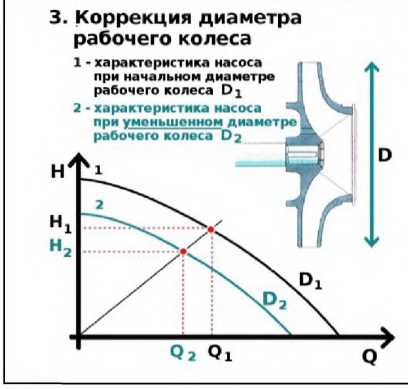
Приложение В

(справочное)

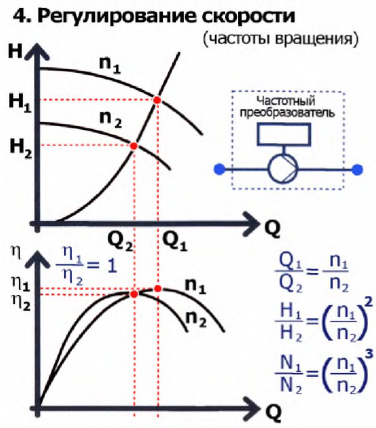
Методы регулирования рабочих параметров насоса. Сочетание частотно-регулируемого привода и параллельной работы насосов в составе установки

В.1 Наиболее распространенными методами регулирования рабочих параметров насоса являются: дроссельное регулирование, регулирование байпасом, коррекция диаметра рабочего колеса и регулирование скорости вращения (частоты вращения). Обзор методов изменения (регулирования) рабочих параметров насоса приведен в таблица В.1.

Таблица В.1 – Методы регулирования рабочих параметров насоса

Метод (схема и результаты)	Характеристика метода регулирования
	Дроссельное регулирование – задвижка установлена последовательно после насоса, увеличивая сопротивление системы и снижая расход (см. рисунок): без задвижки – расход Q_1, с задвижкой расход снижен до значения Q_2. При дросселировании насос обеспечивает напор выше необходимого системе $H_н = H_1 + H_2$. Потребный расход Q_2 при более низком напоре H_1 обеспечит меньший насос, как правило, с меньшим энергопотреблением. Избыточная полезная мощность $\Delta N = pqQ_1H_2$
	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. Максимальный напор в системе ограничен $H_{макс}$. Расход насоса равен сумме расхода системы и расхода через байпас $Q_н = Q_с + Q_{бп}$. Потребный расход $Q_с$ мог быть обеспечен меньшим насосом без перепуска; расход насоса был бы ниже и потребление энергии тоже снизилось. Избыточная полезная мощность $\Delta N = pqQ_{бп}H_р$
	При уменьшении диаметра рабочего колеса D характеристика снижается, рабочие точки лежат на прямой с началом в (0, 0). Значения диаметра D связаны с параметрами $\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2;\ \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2;\ \frac{N}{N} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4;\ \frac{n_1}{n_2} = 1.$ На практике КПД насоса n снижается, уменьшение незначительно, если $\Delta D = D_1 - D_2$ мало ($< 0{,}2D_1$). Уровень снижения n зависит от типа насоса и рабочей точки. Коррекцию диаметра колеса не следует проводить при работе, а выполнять перед монтажом или во время ремонта.

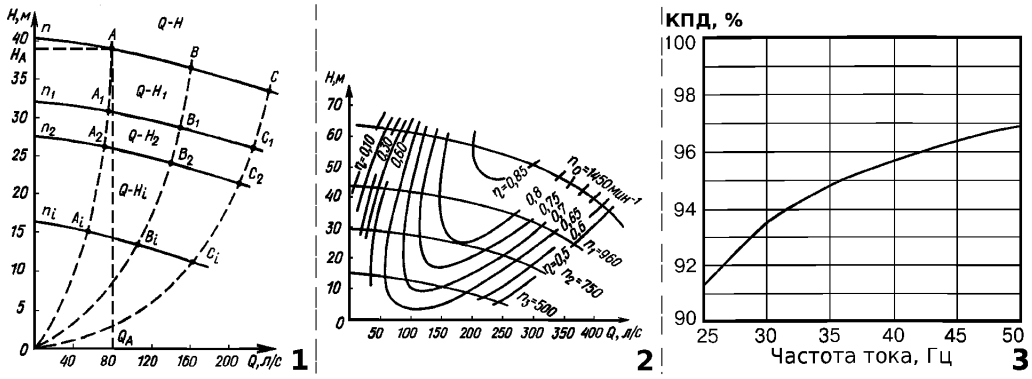
Окончание таблицы В.1

Метод (схема и результаты)	Характеристика метода регулирования
	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 рисунке, которые действительны, если характеристика системы неизменна, для n_1 и n_2 – парабола с вершиной (0, 0). Предполагается, что КПД насоса n остается неизменным. На практике отклонение частоты вращения (скорости насоса) от номинальной приводит к снижению кривой КПД насоса (см. рисунок), максимум КПД насоса при снижении скорости не ниже 50 % номинала можно определять: $n_2 = 1 - (1 - n_1)(n_1/n_2)$. И следует учесть влияние КПД преобразователя частоты

В.2 Применение дроссельного регулирования и регулирования байпасом при работе ПНУ (МАНС) в системах водоснабжения здания должно быть исключено. При дроссельном регулировании и регулировании байпасом в системах водоснабжения следует учитывать, что итоговый КПД значительно снижается, относительная потребляемая мощность на единицу подачи в систему увеличивается, происходит непроизводительная потеря энергии.

В.3 Для систем водоснабжения зданий с учетом характера эксплуатации ПНУ (МАНС), когда насосная установка подает воду непосредственно потребителям, состав и уровень потребностей которых постоянно изменяется, в обеспечение необходимого уровня энергоэффективности обязательно применение метода частотного регулирования скорости вращения электродвигателя насоса.

В.4 Частотное регулирование и параллельная работа насосов. При проектировании следует учитывать, что при ЧРП насос не сохраняет постоянства КПД даже на параболах подобных режимов (см. рисунок В.1), 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, то есть когда мощность насоса мала. КПД достигает максимума при расчетном значении частоты вращения n_o. При других n, меньших или больших n_o, КПД будет уменьшаться по мере увеличения отклонения n от n_o.



1 – параболы подобных режимов; 2 – универсальная характеристика насоса;

3 – КПД ПЧТ при функциональном изменении частоты выходного тока

Рисунок В.1 – Регулирование частоты вращения электродвигателя насоса с помощью преобразователя частоты

В.5 Парабола подобных режимов – геометрическое место точек, определяющих при различных частотах вращения (скоростях) режимы работы насоса, подобные режиму в точке А. Точки A_1, A_2, …, A_i образуют параболу подобных режимов с вершиной в начале координат, описываемую уравнением (В.1):

$$H = Q^2(H_A/Q^2_A) = \text{const}\, Q^2. \qquad \text{(В.1)}$$

Пересчет иной точки В характеристики $Q-H$ при частоте вращения n на частоты n_1, n_2, …, n_i даст точки B_1, B_2, …, B_i, определяющие, соответственно, параболу подобных режимов ($0B_iB$). Каждая из парабол подобных режимов условно является 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 $Q-H_1$, $Q-H_2$, …, $Q-H_i$ точки с равными значениями КПД, при соединении их кривыми будет получена универсальная характеристика (см. рисунок В.1), определяющую работу насоса при переменных частотах вращения, КПД и мощности насоса для любой режимной точки.

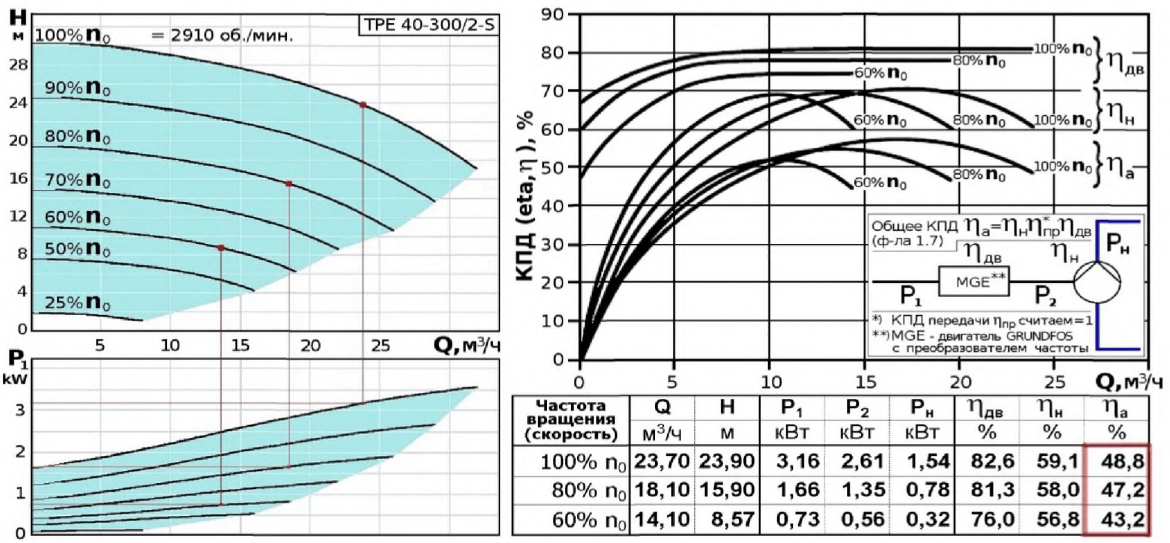
В.6 Кроме снижения КПД насоса при ЧРП следует учитывать снижение КПД электродвигателя вследствие работы ПЧТ, имеющее две составляющие:

- внутренние потери ПЧТ;

- потери на гармониках в регулируемом электродвигателе (обусловлены несовершенством синусоидальной волны тока ЧРП).

КПД современного ПЧТ при номинальной частоте переменного тока составляет 95 % – 98 %, при функциональном снижении частоты выходного тока КПД ПЧТ снижается (см. рисунок В.1). 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 %.

В.7 Обобщенная картина «конструктивных» потерь КПД насосного агрегата при ЧРП, приводящих к росту удельного энергопотребления, представлена на рисунке В.2 – снижение скорости до 60 % номинальной уменьшает n_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, то есть 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.



Частота вращения (скорость)	Q	H	P_1	P_2	$P_н$	$\eta_{дв}$	$\eta_н$	$\eta_а$
	м³/ч	м	кВт	кВт	кВт	%	%	%
100% n_0	23,70	23,90	3,16	2,61	1,54	82,6	59,1	48,8
80% n_0	18,10	15,90	1,66	1,35	0,78	81,3	58,0	47,2
60% n_0	14,10	8,57	0,73	0,56	0,32	76,0	56,8	43,2

Рисунок В.2 – «Конструктивные» потери КПД насосного агрегата в сборе при ЧРП

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

В.8 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.

В.9 Характеристика открытых систем водоснабжения имеет ряд особенностей, которые приводят к существенному различию вариантов, что должно быть учтено при определении типа ПНУ (необходимости ЧРП и определении количества рабочих насосов).

В.10 В системе водоснабжения, работа которой обеспечена 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.

Примечания

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

2 Характеристики большинства систем водоснабжения постоянно изменяются во времени. Это относится к перемещениям вершины характеристики распределительной сети системы по оси напора, объясняется изменениями величины подпора или величины потребного геометрического напора. Для ряда таких сетей 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 распределительной сети (системы), описываемое новой характеристикой с другой кривизной параболы.

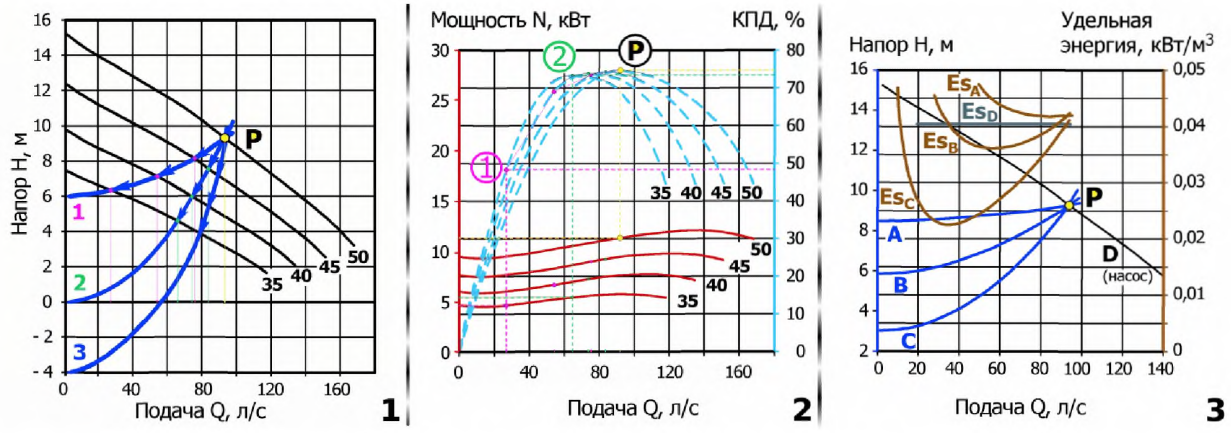


Рисунок В.3 – КПД и удельные энергозатраты при регулировании скорости в зависимости от типа открытой системы, параметров ее характеристики и положения рабочей точки относительно максимума КПД

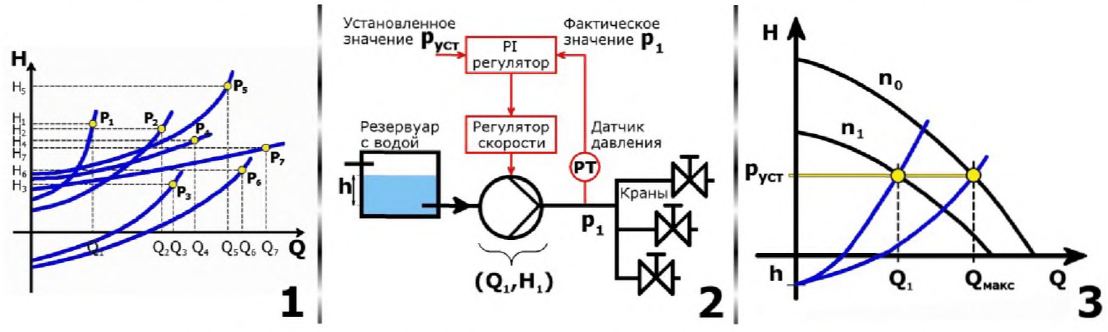
В.11 При проектировании следует учитывать, что более существенно снижение КПД при ЧРП в соответствии с характеристикой распределительной сети проявляется в случае значительной статической напорной составляющей (см. рисунок В.3-1, кривая 1). При снижении скорости (из-за снижения частоты тока, например с 50 до 35 Гц) точка пересечения характеристик насоса и распределительной сети (системы) сместится влево. Соответствующее смещение на кривых КПД приведет в зону меньших значений (см. рисунок В.3-2, точки для кривой 1).

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

В.12 В случае применения стандартного насосного оборудования в целях повышения надежности и долговечности ПНУ (МАНС) не следует предусматривать возможность длительной работы насосов с увеличенной скоростью вращения (с частотой регулирования выше номинала 50 Гц).

Примечание – Технически, регулирование скорости позволяет расширить диапазон работы насоса вверх от номинальной характеристики *Q* – *H*. Однако в этом случае подбор насоса следует выполнять таким образом, чтобы обеспечить максимальное время его работы на номинальной характеристике (с максимальным КПД). При снижении подачи скорость насоса (ЧРП) следует снижать относительно номинальной, а при увеличении – увеличивать (за счет частоты тока выше номинала). Это может привести кроме необходимости учета мощности электродвигателя к сокращению срока службы стандартного насоса.

В.13 Следует считать правилом применение в системах водоснабжения жилых и общественных зданий (относящихся к пространственным системам водоснабжения) управления работой ПНУ (МАНС) по критерию поддержания постоянного давления (см. рисунок В.4).



1 – изменчивость системы; 2 – общая схема; 3 – рабочие точки и характеристики

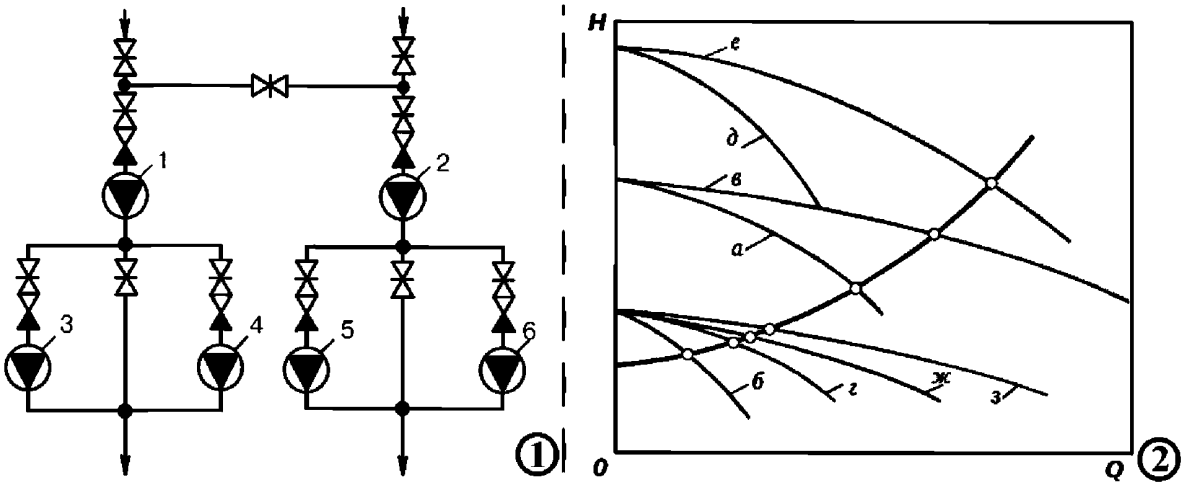
Рисунок В.4 – Регулирование скорости насоса по критерию постоянного давления

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 распределительной сети, 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 распределительной сети на оси напора (см. рисунок В.4-1). 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 распределительной сети в зависимости от расхода. Частным случаем подхода является двухпозиционное регулирование (день/ночь) выходного давления ПНУ (МАНС).

В.14 Применение пропорционального регулирования (сокращение напора на выходе ПНУ (МАНС) при сокращении потребления воды и наоборот, увеличение напора на выходе ПНУ (МАНС) при увеличении потребления воды) следует считать перспективным способом регулирования работы ПНУ (МАНС). Такой способ регулирования должен быть обеспечен разработкой в проекте соответствующей модели водопотребления (исчерпывающей все возможные режимы распределительной сети во всех точках потребления воды, а также соответствующие значения основных параметров: расхода и напора) в целях 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), а также критерии управления и контрольные значения параметров в аварийных режимах.

В.15 При выборе компоновочных решений ПНУ (МАНС) следует учитывать, что при уменьшении частоты вращения рабочего колеса снижение КПД, 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 водоснабжения здания, при разработке проектного решения по ПНУ (МАНС) 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 (МАНС).

Примечание – Схемы параллельно и последовательно соединенных насосов, обеспечивающие значительное количество рабочих точек в широком диапазоне напоров и подач, изображены на рисунке В.5.



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

Рисунок В.5 – Последовательно-параллельное соединение насосов

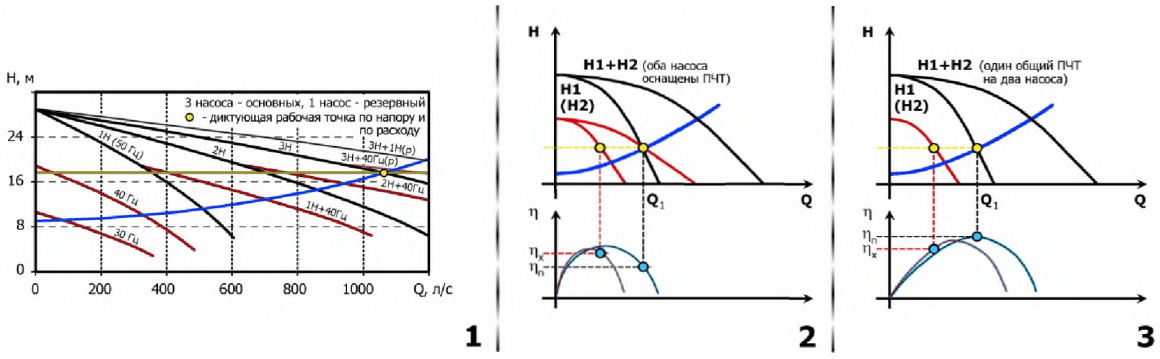
В.16 Оптимальное совмещение применения ЧРП с работой ряда параллельных насосов в составе ПНУ (ступенчатым или каскадным регулированием) кроме снижения эксплуатационных энергозатрат должно обеспечить снижение мощности ПЧТ (и, соответственно, стоимости), снижение установочной мощности (количество резервных 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.

Примечание – Подбор ПНУ (МАНС) при условии «один насос рабочий...» приводит к тому, что весь диапазон подачи обеспечивается одним насосом (рабочим в данный момент) с регулируемой скоростью. Бóльшую часть времени насос работает с подачей меньше его номинальной и, соответственно, при низком КПД с соответствующим перерасходом электроэнергии. Снижаются надежность и долговечность насосов (из-за частого выхода на минимум допустимого диапазона подачи).

В.17 Совмещение ЧРП со ступенчатым регулированием (см. рисунок В.6-1) позволяет перекрыть необходимую часть поля рабочей зоны $[Q, H]$. В ходе проектирования следует обеспечить такой оптимальный подбор ПНУ (МАНС), чтобы на большей части рабочей зоны, и в первую очередь на линии контролируемого постоянного давления (напора), был обеспечен максимальный КПД большинства насосов и насосной установки в целом.

Примечание – Целесообразность оснащения каждого насоса в составе ПНУ (МАНС) 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 (МАНС), что целесообразно исключительно при реальном применении полноценного пропорционального регулирования. При управлении по постоянному давлению увеличения пространства расположения рабочих

точек для корректной работы ПНУ (МАНС) 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 (см. рисунок В.6-3).



1 – регулирование по постоянному давлению; 2 – вариант КПД двух насосов, оснащенных ПЧТ; 3 – вариант КПД насоса в ПНУ (МАНС), оснащенной одним ПЧТ

Рисунок В.6 – Графики параллельной работы насосов совместно с ЧРП

В.18 Алгоритм работы ПНУ при совмещении ЧРП и ступенчатого регулирования следующий. 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).

В.19 Необходимо так подбирать насосы в составе ПНУ (МАНС), 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 (МАНС) насосов со стабильными и пологими характеристиками (с более низким коэффициентом быстроходности).

С другой стороны, подбор ПНУ (МАНС) при условии «один насос рабочий…» приводит к тому, что весь диапазон подачи обеспечивается одним насосом (рабочим в данный момент) с регулируемой скоростью. Бóльшую часть времени насос работает с подачей меньше номинальной и, соответственно, при низком КПД с соответствующим перерасходом электроэнергии. Снижаются надежность и долговечность насосов (из-за частого выхода на минимум допусти-

мого диапазона подачи). Использование ЧРП при избыточности большинства вновь устанавливаемых насосов в составе ПНУ (МАНС) зданий не обеспечивает увеличение КПД и не устраняет перерасход электроэнергии.

В.20 Вопрос количества рабочих насосов в составе ПНУ (МАНС) следует решать исходя из оптимизации ПНУ (МАНС) в части энергозатрат и повышения надежности работы. С учетом результатов анализа действующих повысительных насосных систем, в обеспечение сокращения энергоемкости и стоимости жизненного цикла ПНУ (МАНС), рекомендуется, как правило, определять число рабочих насосов в составе ПНУ (МАНС) не менее трех.

Приложение Г

(справочное)

Мобильный измерительный комплекс

Г.1 Мобильный измерительный комплекс (далее – МИК) как система контроля параметров подачи воды должен удовлетворять ряду требований, предъявляемых к объему, достоверности и сопоставимости результатов измерений как исходных данных при решении имитационных задач. МИК должен позволять оперативно и информативно обследовать сеть водоснабжения, получая данные о расходах и напорах на участках трубопроводов, а также потребляемой насосным оборудованием электроэнергии, и удовлетворять следующим требованиям:

- представлять собой мобильный и компактный комплекс измерительных средств, приборов, датчиков и устройств, который может быть легко доставлен и развернут в точке измерения параметров подачи воды системы водоснабжения, в том числе удаленные;

- оперативно настраиваться на выполнение измерений параметров и сбора данных в различных измерительных точках сети системы водоснабжения;

- приборы, датчики и измерительные средства, входящие в состав МИК, должны иметь свидетельство об утверждении типа средств измерений Государственного реестра;

- класс точности следует определять прибором с наименьшим классом точности, входящим в комплект измерительных средств МИК;

- обеспечивать одновременность измерений (сопоставимость) параметров в текущей точке измерения;

- выполнять регистрацию и хранение данных (массив параметров) и вывод этих данных на внешний носитель (компьютер) для дальнейшего анализа и моделирования;

- отображать результаты измерений на мониторе компьютера в графической форме для визуального контроля в ходе измерений.

Г.2 Вариант компоновки и принципиальной схемы работы МИК для локальной точки измерения представлен на рисунке Г.1, где основными элементами являются:

- контроллер-архиватор данных, позволяющий фиксировать в реальном времени данные, поступающие со всех подключенных к нему приборов;

- многофункциональный анализатор параметров электрической сети, который формирует данные о напряжении и токах по фазам, позволяющие вычислять потребляемую мощность насосного оборудования;

- токоизмерительные клещи с возможностью выполнения функции датчика тока, снятие данных с которых осуществляется в многофункциональный анализатор параметров электрических сетей;

- расходомер;

- толщиномер для учета фактической толщины стенок трубопроводов в месте измерений потока (расхода) – в обеспечение достоверности;

- компьютер (ноутбук) с программным обеспечением, позволяющий считывать информацию из энергонезависимой памяти контроллера-архиватора, а также выполнять преобразование и отображение этой информации в виде массивов данных и различных графических форм для ее отображения как в процессе измерений, так и анализа (моделирования) в ходе постобработки.

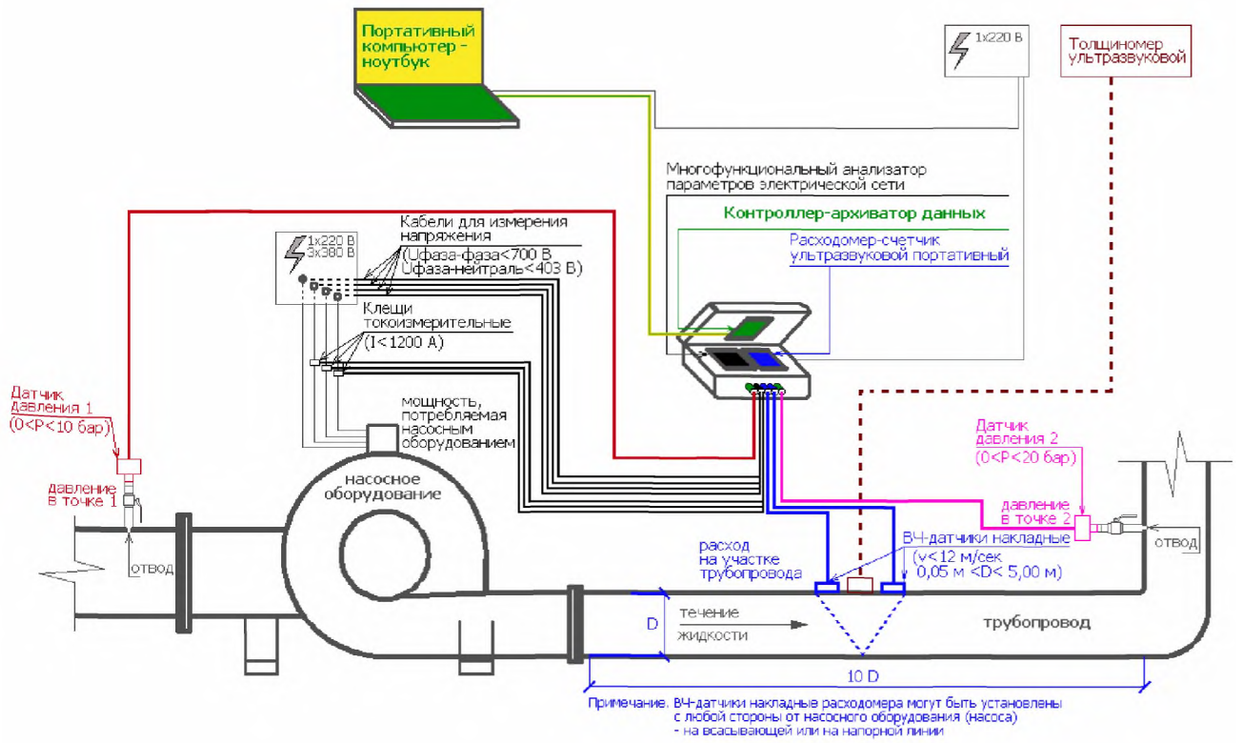


Рисунок Г.1 – Компоновка и принципиальная схема работы МИК

Приложение Д

(рекомендуемое)

Форма акта технической готовности модульной автоматической насосной станции к эксплуатации

Акт технической готовности модульной автоматической насосной станции

к эксплуатации № _____ от «_____» _____ 20___ г.

Сведения о месте установки насоса:

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

Данные шкафа управления:

Марка		Дата выпуска	
Продукт №			
Номинальный ток, I_n, А		Номинальное напряжение, U_n, V	

Данные установки:

Марка		Дата выпуска	
Маркировка*			
Продукт №			
Макс. расход Q_{max}, m^3/h		Мин. напор H_{min}, m	
Температура перекачиваемой жидкости, °С			

Мембранные баки	Объем	Макс. давление, bar	Давление воздуха в баке, bar
Штатный			
Дополнительный			

Внешние датчики	Марка	Диапазон сигнала	Диапазон давления
На входе			
На выходе			

Исполнитель

_____

(Ф.И.О, подпись)

Заказчик

_____

(Ф.И.О, подпись)

* Заполняется в случае наличия одинаковых изделий на одном объекте.

Насос № _____

Данные с шильдика насоса:

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

Данные шильдика электродвигателя:

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

Исполнитель

_____

(Ф.И.О, подпись)

Заказчик

_____

(Ф.И.О, подпись)

* Заполняется в случае наличия одинаковых изделий на одном объекте.

Настройки контроллера управления:

Параметр	Значение	Примечание
Параметры 1-го насоса		
Завод. №		
Режим		
Параметры 2-го насоса		
Завод. №		
Режим		
Параметры 3-го насоса		
Завод. №		
Режим		
Параметры 4-го насоса		
Завод. №		
Режим		
Время вкл. «ДЕНЬ»		
Режим уст. «НОЧЬ»		
Время вкл. «НОЧЬ»		
Смена режимов		
Дистанционное откл.		
Время чередования		
Чередование		
Порог 1		
Порог 2		
№ вкл/час		
Задержка ASA		
Режим макс.		

Исполнитель

_____

(Ф.И.О, подпись)

Заказчик

_____

(Ф.И.О, подпись)

Включение электродвигателя:

Прямой пуск		Звезда-треугольник		Цифровой вход	

Внешняя защита электродвигателя:

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 включения насосов _____ В.

Ручной пуск _____

Направление вращения электродвигателя:

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 установок тепловой защиты, А _____

Исполнитель

_____

(Ф.И.О, подпись)

Заказчик

_____

(Ф.И.О, подпись)

Проверка состояния обратных клапанов:

Клапаны держат давление		Клапаны не держат давление	

Включение установки в максимальном режиме

Напряжение электросети 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:

_____

(Ф.И.О, подпись)

_____

(Дата)

МП

Работу принял:

_____

(Ф.И.О, подпись)

_____

(Дата)

МП

Приложение Е

(рекомендуемое)

Форма акта об окончании пусконаладочных работ

АКТ об окончании пусконаладочных работ

_____

(наименование объекта строительства)

г._____ «_____» _____ 20___ г.

Настоящий акт составлен представителями:

заказчика _____

(наименование организации, должность, инициалы)

пусконаладочной

организации _____

(наименование организации, должность, инициалы)

о том, что в период с «_____» _____ 20___ г. по «_____» _____ 20___ г.

производились пусконаладочные работы _____

(тип, марка, наименование ПНУ

_____

с указанием назначения, маркировки по технологической схеме в системе водоснабжения)

по договору № _____ от «_____» _____ 20___ г.

В результате проведенных работ выполнены:

_____

_____

_____

С подписанием настоящего акта пусконаладочные работы считаются выполненными, а оборудование, прошедшее пусконаладочные работы, считается готовым для предъявления рабочей комиссии и приемки в эксплуатацию.

В качестве дополнительной информации к акту прилагаются:

1. Акт о технической готовности ПНУ к эксплуатации № ____ от «____» _____ 20___ г.

2. _____

3. _____

Представитель заказчика _____

(Ф.И.О, подпись)

Представитель пусконаладочной
организации _____

(Ф.И.О, подпись)

Приложение Ж

(рекомендуемое)

Форма акта готовности объекта к производству работ по монтажу МАНС

АКТ

готовности объекта к производству работ по монтажу МАНС

_____

(наименование объекта строительства)

г. _____ «_____» _____ 20___ г.

Настоящий акт составлен о том, что _____

_____

_____

(цех, здание, сооружение)

готово к производству работ по монтажу МАНС _____

(наименование МАНС и заводской номер)

в соответствии с требованиями строительных норм и правил и инструкций по монтажу оборудования.

Представитель строительной организации

_____ _____

(должность, Ф.И.О.) (подпись)

Представитель монтажной организации

_____ _____

(должность, Ф.И.О.) (подпись)

Представитель заказчика

_____ _____

(должность, Ф.И.О.) (подпись)

Приложение З

(рекомендуемое)

Форма акта индивидуального испытания оборудования

АКТ

индивидуального испытания оборудования

Испытание выполнено в _____

(наименование объекта строительства)

г._____ «_____» _____ 20___ г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика _____

(наименование организации, должность, инициалы)

генерального подрядчика _____

(наименование организации, должность, инициалы)

пусконаладочной организации _____

(наименование организации, должность, инициалы)

составила акт о нижеследующем:

_____

(тип, марка, наименование насосов ПНУ или МАНС

_____

с указанием назначения, маркировки или номера в технологической схеме системы водоснабжения)

_____

прошли проверку путем обкатки в течение _____ согласно техническим условиям, паспорту _____.

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.

Представитель заказчика _____

(Ф.И.О., подпись)

Представитель генерального подрядчика _____

(Ф.И.О., подпись)

Представитель пусконаладочной организации _____

(Ф.И.О., подпись)

Приложение И

(рекомендуемое)

Порядок наладки повысительной насосной установки

(модульной автоматической насосной станции)

Таблица И.1 – Порядок наладки повысительной насосной установки (модульной автоматической насосной станции)

№ п.п.	Действия персонала в ходе наладки
1	Проверить соответствие комплектации ПНУ (МАНС) спецификации проекта или технологического задания
2	Убедиться в отсутствии механических повреждений оборудования, а также его отдельных узлов и деталей
3	Проверить комплектность технической документации и ознакомиться с ее содержанием
4	Проверить соответствие параметров оборудования условиям эксплуатации
5	Проверить подключение электрических цепей и гидравлической схемы на соответствие проекту или технологическому заданию, а также технической документации на оборудование. Проверить наличие заземления
6	Проверить затяжку всех электрических соединений, целостность узлов, аппаратов
7	Проверить электрические параметры электродвигателей насосов и их подключение на соответствие паспортным данным (в случае ПНУ, собранной из отдельных агрегатов на объекте)
8	Подать напряжение на вводы щита управления. Проверить параметры сетевого напряжения. Установить все рукоятки вводных рубильников и автоматических выключателей в положение «ВКЛ.» («ON», «1»)
9	Проверить и выполнить корректировку «уставок» тока защиты на мотор-автоматах и/или тепловых реле. Проверить и при необходимости выполнить корректировку «уставок» технологических и эксплуатационных параметров в памяти ПЛК и/или ПЧТ в соответствии с проектными данными или технологическим заданием
10	Выполнить иные требования, предусмотренные Руководствами по монтажу и эксплуатации элементов ПНУ (МАНС)
11	Заполнить водой проточную часть насосов и примыкающих трубопроводов ПНУ (МАНС) путем открытия входной запорной арматуры (при этом запорная арматура на выходе ПНУ должна быть закрыта). Обеспечить удаление (выпуск) воздуха из проточной части насосов и примыкающих трубопроводов через клапаны или заливные пробки, предусмотренные в конструкции насосов, и/или отборные устройства КИП
12	Выполнить пробные пуски насосов в режиме ручного управления с проверкой направления вращения электроприводов
13	Открыть запорную арматуру на входе ПНУ (МАНС) и, соблюдая условия 7.7.1, выполнить пуск ПНУ (МАНС) с подачей воды в распределительную сеть внутреннего водопровода здания и выводом ее на эксплуатационный режим. По результатам оформить акт индивидуальных испытаний

Окончание таблицы И.1

№ п.п.	Действия персонала в ходе наладки
14	Проверить и при необходимости выполнить корректировку «уставок» технологических и эксплуатационных параметров в памяти ПЛК и/или ПЧТ, а также других устройств с учетом фактических условий эксплуатации. Результаты зафиксировать в акте технической готовности оборудования к эксплуатации
15	Произвести инструктаж обслуживающего персонала. Оформить акт об окончании пусконаладочных работ
Примечание – Содержание таблицы необходимо рассматривать совместно с пунктами раздела 7.	

Приложение К

(рекомендуемое)

«_____» _____ 20___ г.

Сведения об объекте: _____

Сведения об инженерной системе: _____

Наименование, тип, марка насосной установки: _____

Карта контроля технологических операций,

подлежащих проверке при выполнении работ по монтажу и испытаниям повысительных насосных установок

в системах водоснабжения жилых и общественных зданий

Обозначения и сокращения:

РД – рабочая документация;

НТД – нормативная и техническая документация;

ППР – проект производства монтажных работ;

ПТБ – правила техники безопасности.

Таблица К.1

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
1. Организационно-техническая подготовка					
1.1	Изучение РД	НТД	До начала работ	Главный инженер, прораб (мастер)	Соответствие НТД. Рабочая документация должна иметь отметку заказчика: К производству работ / В производство работ
1.2	Разработка ППР	РД, НТД	То же	Главный инженер	Соответствие РД, НТД
2. Монтаж оборудования					
2.1	Определение готовности оборудования	Визуальный	До начала работ	Прораб (мастер)	Соответствие РД. Проверка комплектности. Отсутствие повреждений, наличие паспортов, инструкций завода-изготовителя, документации, подтверждающей качество, в соответствии с Законодательством РФ

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
2.2	Транспортировка оборудования к месту монтажа	Визуальный	До начала работ	Прораб (мастер)	Соответствие ППР. Условия транспортирования к месту монтажа крупногабаритного и тяжеловесного оборудования. Наличие мест хранения
2.3	Оснащенность грузоподъемными механизмами и приспособлениями	Визуальный, опробование	То же	То же	Соответствие РД, НТД и ППР. Наличие и исправность грузоподъемных механизмов и приспособлений
2.4	Определение строительной готовности для возможности монтажа оборудования	Визуальный	То же	То же	Соответствие РД, НТД и ППР. Наличие монтажных проемов
2.5	Проверка готовности фундаментов под оборудование	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм	То же	То же	Фундаменты должны соответствовать РД. Отсутствие превышения отклонений по горизонтали фундамента по всей длине и ширине, не должны превышать 0,5 мм на 1 м
2.6	Разметка мест установки оборудования	То же	После окончания разметки	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие РД и ППР
2.7	Установка виброопор	То же	В процессе выполнения установки	Бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД и ППР. Соблюдение инструкций завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации оборудования. Прочность установки опор
2.8	Подъем, перемещение и установка в проектное положение оборудования.	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка метр и пр), точность измере-	То же	То же	Соответствие требованиям РД, ППР и ПТБ. Соблюдение инструкций заводов-изготовителей по монтажу и эксплуатации оборудования

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
		ний ±0,5 мм, Уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м			
2.9	Выверка установленного на фундамент оборудования	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка метр и пр), точность измерений ±0,5 мм	После окончания установки оборудования	Прораб (мастер), Бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД, ППР
2.10	Закрепление оборудования на фундаменте	Визуальный	В процессе выполнения работ	Бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД, ППР. Правильность закрепления, соблюдение инструкций завода-изготовителя.
2.11	Присоединение оборудования к инженерным сетям	То же	То же	То же	Соответствие требованиям РД, ППР и ПТБ. Правильность присоединения, соблюдение инструкций завода-изготовителя
2.12	Подготовка к индивидуальному испытанию оборудования	Визуально-измерительный. Термометр, погрешность измерений ±1 °С, манометр, класс точности 2,5, не более	Перед испытанием	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД, НТД, ППР и ПТБ. Исправность арматуры и КИП. Проверка готовности инженерных сетей к испытанию оборудования
2.13	Индивидуальное испытание оборудования	Визуально-измерительный. Термометр, погрешность измерений ±1 °С, манометр, класс точности 2,5, не более. Часы, погрешность ±1 с	В процессе испытания	То же	Соответствие требованиям РД и НТД. Соответствие ППР. Соблюдение инструкций завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации оборудования

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
3. Монтаж трубопроводов					
3.1	Снабжение крепежными и расходными материалами, трубопроводами и арматурой	Визуальный, опробование	До начала работ	Прораб (мастер)	Соответствие РД. Наличие паспортов, гарантийных талонов, документации, подтверждающей качество, в соответствии с Законодательством РФ.. Исправность арматуры
3.2	Оснащенность механизмами, инструментами и приспособлениями	То же	То же	То же	Соответствие ППР. Техническая исправность
3.3	Определение строительной готовности помещений для монтажа трубопроводов	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм	То же	То же	Соответствие РД, НТД
3.4	Разметка осей и отметок прокладки трубопроводов	То же	В процессе выполнения разметки	Бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД, ППР
3.5	Разметка мест установки опор, арматуры и ответвлений трубопроводов	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м	То же	То же	Соответствие требованиям РД и НТД, ППР. Соблюдение расстояния между средствами крепления
3.6	Установка опор	Визуально-измерительный. Измерительный	В процессе выполнения установки	То же	Соответствие требованиям РД, НТД, ППР. Соблюдение проектных уклонов, вертикальности стояков. Прочность установки опор

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
		инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м. Опробование на отрыв			
3.7	Очистка внутренних полостей труб и осмотр наружных поверхностей труб	Визуальный	В процессе выполнения очистки	Бригадир монтажников	Чистота внутренних полостей труб и отсутствие повреждений наружных поверхностей труб
3.8	Начало работ по монтажу трубопроводов	То же	До начала работ	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие рабочего места требованиям ПТБ. Наличие спецодежды, индивидуальных средств защиты, противопожарного инвентаря
3.9	Резка труб, подготовка кромок	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м	В процессе выполнения работ	Бригадир монтажников	Соответствие требованиям НТД, ППР. Срез должен быть чистый, без внешних и внутренних заусенцев
3.10	Сборка деталей и узлов трубопроводов	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (ру-	В процессе выполнения сборки.	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД, НТД, ППР. Правильность и прочность мест соединений (сварки) стыков, отсутствие перекосов. Правильность расположения арматуры

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
		летка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м			
3.11	Крепление трубопроводов к опорам	Визуальный	В процессе выполнения крепления	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие ППР. Правильность расположения мест соединений (сварных стыков) трубопроводов и опор
3.12	Сборка трубопроводов	То же	В процессе выполнения сборки	То же	Соответствие ППР. Правильность и прочность мест соединений (сварки) стыков, отсутствие перекосов. Соблюдение проектных уклонов, соосности трубопроводов
3.13	Крепление деталей и узлов к трубопроводам	То же	В процессе выполнения крепления	»	Соответствие ППР. Правильность и прочность мест соединений (сварки) стыков, отсутствие перекосов. Соблюдение соосности трубопроводов, деталей и узлов. Правильность установки арматуры
3.14	Подготовка к испытанию трубопроводов	То же	Перед испытанием	То же	Соответствие требованиям РД, НТД и ПТБ. Соответствие ППР. Исправность арматуры и КИП
3.15	Промывка (продувка) трубопроводов	То же	В процессе проведения работ	То же	Соответствие требованиям РД, НТД и ПТБ. Соответствие ППР. Выход воды без механических примесей
3.16	Гидростатические и манометрические испытания трубопроводов	Визуально-измерительный. Манометр, класс точности 2,5, не более	В процессе испытания	То же	Соответствие требованиям РД, НТД и ПТБ. Соответствие ППР

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
		Часы, погрешность ±1 с			
4. Монтаж тепловой изоляции					
4.1	Определение строительной готовности помещений для изоляции трубопроводов	Визуальный	До начала работ	Прораб (мастер)	Соответствие РД
4.2	Чистота изолируемой поверхности	То же	В процессе выполнения работ	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Чистота наружных поверхностей труб
4.3	Выполнение грунтовки и покраски изолируемой поверхности	»	По окончании работ	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД и НТД, ППР
4.4	Снабжение крепежными и расходными материалами, тепловой изоляцией	То же	До начала работ	Прораб (мастер)	Соответствие РД. Наличие документации, подтверждающей качество, в соответствии с Законодательством РФ
4.5	Соответствие толщины теплоизоляции, указанной в РД	Визуально-измерительный. Толщиномер с допустимой погрешностью ±3 %	То же	То же	Соответствие требованиям РД
4.6	Проклейка стыков и швов теплоизоляционного слоя лентой	Визуальный	В процессе выполнения работ	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД и НТД, ППР
4.7	Перекрытие монтажных швов в многослойных конструкциях	То же	То же	То же	То же

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
4.8	Контроль отсутствия повреждений теплоизоляционного слоя	Визуальный	По окончании работ	Прораб (мастер), бригадир монтажников	Соответствие требованиям РД и НТД, ППР
5. Монтаж силовых и слаботочных кабелей и проводов					
5.1	Снабжение крепежными и расходными материалами, кабелями и проводами	Визуальный	До начала работ	Прораб (мастер)	Соответствие РД, наличие паспортов, документации, подтверждающей качество, в соответствии с Законодательством РФ
5.2	Оснащенность механизмами, инструментами и приспособлениями	Визуальный, опробование	То же	То же	Соответствие ППР ХЦ, техническая исправность
5.3	Заготовка провода или кабеля	Визуально-измерительный. Штангенциркуль, точность измерений ±0,05 мм , мегаомметр, точность измерений ±3 %	При раскатке кабеля. Проверка целостности и состояния изоляции жил кабеля	Мастер	Соответствие марки сечения кабеля РД. Сопротивление изоляции жил кабеля не менее 0,5 МОм. Жилы проводов должны быть промаркированы и зачищены
5.4	Заготовка пучков, прозвонка и маркировка кабелей	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м	В процессе работы	То же	В соответствии с РД, НТД

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
5.5	Фиксация трасс электропроводок	Визуально-измерительный Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м	После окончания разметки	Бригадир монтажников	В соответствии с требованиями РД
5.6	Установка приспособлений для монтажа лотков, металлических коробов	Визуальный	В процессе выполнения монтажа	То же	В соответствии с РД, НТД
5.7	Монтаж лотков, металлических коробов	Визуально-измерительный. Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.), точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м	То же	То же	В соответствии с РД, НТД и эскизом заказа
5.8	Испытания непрерывности цепи заземления лотков, металлических коробов	Визуально-измерительный. Прибор определения металлосвязи	После окончания установки лотков	Наладчик. Электролаборатория	Наличие соединения с заземляющим устройством не менее чем в двух местах
5.9	Укладка кабелей, в лотки, металлические короба	Визуальный. Измерительный инструмент (рулетка, метр и пр.),	В процессе выполнения работ	Бригадир монтажников	В соответствии с РД, НТД. Кабели в лотках должны быть уложены без натяжения, занимать не более 30 % объема лотка/короба

№ п.п.	Контролируемые операции	Способ и инструменты контроля	Контролируемый этап выполнения работ	Контролер	Критерии контроля
		точность измерений ±0,5 мм, уровень, погрешность измерений не более 1 мм на 1 м			
5.10	Испытание изоляции после электропроводки кабелей	Измерительный. Мегаомметр, точность измерений ±3 %	По окончании работ, перед включением в сеть	Мастер, бригадир монтажников	В соответствии с НТД. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм
5.11	Измерение сопротивления обмоток электродвигателей	То же	До подключения электродвигателей	То же	В соответствии с НТД

Заключение (нужное подчеркнуть):

1. Требования СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016 соблюдены в полном объеме.

2. Требования СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016 соблюдены не в полном объеме.

Рекомендации по устранению выявленных несоответствий:

_____

_____

Подписи лиц, проводивших проверку:

_____ _____ _____ «____» _____ 20___ г.

(должность) (фамилия, имя, отчество) (подпись)

Приложение Л

(справочное)

Форма карты контроля
соблюдения требований СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016 «Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Повысительные насосные установки в системах водоснабжения жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения, требования к результатам работ»
при выполнении видов работ: Пусконаладочные работы сооружений водоснабжения
Пусконаладочные работы систем автоматики, сигнализации и взаимосвязанных устройств
Пусконаладочные работы автономной наладки систем

Наименование члена СРО, в отношении которого назначена проверка:

_____

ОГРН: _____ ИНН _____ Номер свидетельства о допуске: _____

Сведения об объекте:

_____

Основание для проведения проверки:
№ _____ от _____

Тип проверки (нужное подчеркнуть):
Выездная Документарная

Обозначения и сокращения:
ИД – исполнительная документация;
ПД – проектная документация;
ППР – проект производства работ;
РД – рабочая документация;
НТД – нормативно–техническая документация.

№ пункта	Элементы контроля	Требования стандарта, предъявляемые при проведении работ	Способ проверки соответствия	Результат соблюдения требований стандарта		Приложения, примечания
				норма	соответствие («+», «-»)	
Этап 1. Подготовительный. Организационно-технические мероприятия						
1.1	СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016	Наличие оригинального документа	Документарный			
1.2	РД (ПД)	Наличие комплекта документов (схем и чертежей со штампом «К производству»/«В производство»)	То же	Соответствие требованиям СНиП 3.05.06-85 (пункты 4.6, 4.7)		
1.3	ППР	Наличие комплекта ППР	То же	В соответствии с СП 48.13330.2011 (пункты 4.7.3 – 4.7.9)		
1.4	Журналы производства работ	Наличие общего (или специального) журнала работ	То же	Соответствие требованиям РД 11-05-2007 [7]		
Этап 2. Входной контроль, хранение поставленных материалов и оборудования						
2.1	Поставка материалов и оборудования	Наличие паспортов, гарантийных талонов, документации, подтверждающей качество, в соответствии с Законодательством РФ на материалы и оборудование (проверка на соответствие требованиям РД), отсутствие внешних дефектов	Документарный, визуальный	Перечень материалов и оборудования (спецификация), паспорта, гарантийные талоны, документация, подтверждающая качество, в соответствии с Законодательством РФ, журнал учета входного контроля по ГОСТ 24297		
2.2	Хранение поставленных материалов и оборудования	Материалы и оборудование должны храниться с обеспечением защиты от воздействия атмосферных осадков и перепадов температур	Визуальный	Инструкции и паспорта на оборудование и материалы		

№ пункта	Элементы контроля	Требования стандарта, предъявляемые при проведении работ	Способ проверки соответствия	Результат соблюдения требований стандарта		Приложения, примечания
				норма	соответствие («+», «-»)	
Этап 3. Монтаж оборудования (МАНС)						
3.1	Монтажные работы по РД	Наличие записей в журналах работ. Наличие актов выполненных работ и испытаний	Документарный	Записи в журнале работ согласно РД 11-05-2007 [7] Акты испытаний. Протоколы		
3.1.1	Строительная готовность объекта	Определение строительной готовности объекта к проведению монтажных работ	Визуальный	Соответствие требованиям 6.2.5		
3.1.2	Транспортировка оборудования и материалов к месту монтажа	Соответствие ППР, готовность мест хранения	То же	Инструкции и паспорта на оборудование и материалы. Примечание к 6.3.3		
3.1.3	Установка МАНС на подготовленное основание	Наличие записей в журналах работ. Наличие актов выполненных работ	Документарный	Записи в журнале работ согласно РД 11-05-2007 [7]. Согласно 6.3.5, 6.3.6		
3.1.4	Подключение трубопроводов водоснабжения к МАНС	Наличие записей в журналах работ. Наличие актов гидростатических испытаний	Документарный, визуально-измерительный	Записи в журнале работ согласно РД 11-05-2007 [7]. Акты гидростатических испытаний		
3.2	Электромонтажные работы по РД	Наличие записей в журналах работ. Наличие актов выполненных работ и испытаний	Документарный	Записи в журнале работ согласно РД 11-05-2007 [7]. Акты испытаний. Протоколы		
3.2.1	Проверка готовности заземления	Наличие на объекте в зоне, где устанавливается МАНС, контура заземления и точек подключения к нему	Документарный, визуально-измерительный	Записи в журнале работ согласно РД 11-05-2007 [7]. Протокол измерения сопротивления заземления		

№ пункта	Элементы контроля	Требования стандарта, предъявляемые при проведении работ	Способ проверки соответствия	Результат соблюдения требований стандарта		Приложения, примечания
				норма	соответствие («+», «-»)	
3.2.2	Электроподключение МАНС	Наличие записей в журналах работ. Наличие актов выполненных работ и испытаний	То же	Записи в журнале работ согласно РД 11-05-2007 [7]. Акт готовности электромонтажных работ. Кабельный журнал. Согласно 7.2.8, 7.2.9.		
Этап 4. Подготовка к пусконаладочным работам						
4.1	Программа и проект производства ПНР, согласование сроков	Наличие комплекта документации ПНР (при необходимости)	Документарный	Соответствие требованиям СНиП 3.05.06-85 (пункты 4.6, 4.7). Согласно 7.2		
4.2	Состав и квалификация персонала для ПНР	Наличие действующих удостоверений по электробезопасности и профподготовке	То же	Удостоверения с соответствующими группами допуска по ПОТ Р М-016, РД 153-34.0-03.150-00		
4.3	Подготовка измерительной аппаратуры, приспособлений и инструмента	Наличие инструментов, паспортов и документации, подтверждающей качество, в соответствии с Законодательством РФ, на измерительные приборы (соответствие требованиям РД)	То же	Перечень инструментов и приборов, паспорта и документация, подтверждающая качество, в соответствии с Законодательством РФ, в соответствии с 7.1.3, СНиП 3.05.06-85 (пункт 4.6)		
4.4	Акт-допуск на производство работ	Наличие Акта-допуска на производство работ	То же	В соответствии с 7.2.7		
Этап 5. Пусконаладочные работы						
5.1	Проверка смонтированного оборудования	Наличие: актов о завершении СМР, актов технической готовности электромонтажных работ в зоне проведения ПНР	Документарный	В соответствии с 6.1, 7.3, СНиП 3.05.06-85 (пункт 4.8)		

№ пункта	Элементы контроля	Требования стандарта, предъявляемые при проведении работ	Способ проверки соответствия	Результат соблюдения требований стандарта		Приложения, примечания
				норма	соответствие («+», «-»)	
5.2	ПНР в части электрооборудования ПНУ	Наличие Акта технической готовности	То же	В соответствии с РД (ПД), СТО НОСТРОЙ 2.13.170-2015 (раздел 7.4) с внесением данных в Акт технической готовности ПНУ, согласно приложению И		
5.3	ПНР в части автоматического управления, защитных систем, диспетчеризации и другого вспомогательного оборудования ПНУ	То же	То же	В соответствии с 7.5, с внесением данных в Акт технической готовности ПНУ согласно приложению И		
Этап 6. Завершающий этап ПНР						
6.1	Запуск ПНУ на систему водоснабжения здания	Вывод ПНУ на эксплуатационный режим в соответствии с РД (ПД)	Документарный	В соответствии с РД (ПД) и 7.5, с внесением данных в Акт технической готовности ПНУ согласно приложению Д		
6.2	Инструктаж эксплуатирующего персонала	Наличие записей в журнале инструктажа	То же	Записи в журнале инструктажа.согласно 7.5.2		
6.3	Сдача пусконаладочных работ	Наличие Акта об окончании пусконаладочных работ	То же	Акт об окончании пусконаладочных работ в соответствии с приложением З		

Заключение (нужное подчеркнуть):

1. Требования СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016 соблюдены в полном объеме.

2. Требования СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016 соблюдены не в полном объеме.

Рекомендации по устранению выявленных несоответствий:

_____

_____

Настоящая карта составлена в двух экземплярах, по одному экземпляру для каждой стороны.

Приложения: _____ на ____ л.

Подписи лиц, проводивших проверку:

Эксперт _____ _____

(фамилия, имя, отчество) (подпись)

_____ _____

(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Подпись представителя проверяемой организации – члена СРО,

принимавшего участие в проверке:

_____ _____

(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Дата «_____» _____ 20___ г.

Библиография

[1] Градостроительный кодекс Российской Федерации

[2] Стандарт EN 60034-30: 2009 Международной комиссии по электротехнике (IEC)

[3] Ведомственные строительные нормы ВСН 394-78 Инструкция по монтажу компрессоров и насосов

[4] Руководящий документ РД 11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ

[5] Методические рекомендации МДС 12-81.2007 Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ

[6] Руководящий документ РД 11-02-2006 Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения

[7] Руководящий документ РД 11-05-2007 Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства

[8] Правила ПТЭ Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

[9] Правила ПУЭ — Правила устройства электроустановок

[10] Стандарт организации СТО 02494733 5.2-01-2006 — Внутренний водопровод и канализация зданий

ОКС: 91.140.60 ОКПД-2: 43.22

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 декабря 2009 г. № 624.

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

Издание официальное

Инженерные сети зданий и сооружений внутренние

ПОВЫСИТЕЛЬНЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения,

требования к результатам работ

СТО НОСТРОЙ 2.15.200-2016

Подготовлено к изданию ***Издательско-полиграфическим предприятием ООО «Бумажник»***
125475, г. Москва, ул. Зеленоградская, д. 31, корп. 3, оф. 203, тел.: 8(495) 971-05-24, 8-910-496-79-46
e-mail: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru