НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Рекомендации

Инженерные сети
зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПЫТАНИЮ И НАЛАДКЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Р НОСТРОЙ 2.15.4-2011

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2012

gost.e-ecolog.ru

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Рекомендации

Инженерные сети

зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПЫТАНИЮ И НАЛАДКЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Р НОСТРОЙ 2.15.4-2011

Издание официальное

Закрытое акционерное общество «ИСЗС-Консалт»

Общество с ограниченной ответственностью Издательство «БСТ»

Москва 2012

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ	Закрытым акционерным обществом «ИСЗС-Консалт»
2 ПРЕДСТАВЛЕНЫ НА УТВЕРЖДЕНИЕ	Комитетом по системам инженерно-технического обеспечения зданий и сооружений Национального объединения строителей, протокол от 18 ноября 2011 г. № 10
3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ	Решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 5 декабря 2011 г. № 22
4 ВВЕДЕНЫ	ВПЕРВЫЕ

© Национальное объединение строителей, 2011

Распространение настоящих рекомендаций осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей

Содержание

Введение V
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 4
4 Обозначения и сокращения 8
5 Правила выполнения измерений 8
5.1 Общие требования к выполнению измерений 8
5.2 Измерение температуры газов (воздуха) и жидкостей 9
5.3 Измерение давлений газов (воздуха) и жидкостей 10
5.4 Измерение скорости движения и расхода жидкости 10
5.5 Измерение частоты вращения рабочего колеса насоса и вентилятора 10
5.6 Измерение вибрации 10
5.7 Измерение уровня шума 11
6 Пусконаладочные работы 13
6.1 Общие требования к пусконаладочным работам 13
6.2 Индивидуальные испытания оборудования и узлов систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения 13
6.3 Регулирование систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения 15
6.4 Комплексное опробование систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения 16
6.5 Испытания систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения в процессе эксплуатации 17
7 Испытания и регулировка основных устройств и узлов систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения 18
7.1 Холодильная установка (машина) 18
7.2 Насосная установка 34
7.3 Мембранный расширительный бак 38

7.4 Предохранительный клапан 43
7.5 Теплообменник 44
7.6 Градирня 47
7.7 Охладитель жидкости сухого типа (драйкулер) 52
7.8 Регулирующий клапан теплообменника 56
7.9 Термостатический вентиль 59
7.10 Регулирование трубопроводной сети систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения 65
8 Наладка систем отопления 67
9 Наладка систем теплоснабжения 75
10 Наладка систем холодоснабжения 78
10.1 Система холодоснабжения одноконтурная 78
10.2 Система холодоснабжения двухконтурная 81
11 Отчетная техническая документация 85
12 Правила безопасного выполнения работ 85
Приложение А Перечень средств измерений 88
Приложение Б Форма регламента предпусковых и пусковых контрольных проверок холодильной установки 89
Приложение В Форма акта индивидуального испытания оборудования и узлов системы холодоснабжения 93
Приложение Г Методы (способы) регулирования трубопроводной сети систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения 94
Приложение Д Форма паспорта системы отопления, теплоснабжения и холодоснабжения 103
Приложение Е Содержание технического отчета по наладке системы отопления (теплоснабжения, холодоснабжения) 105
Библиография 106

Введение

Настоящие рекомендации разработаны в рамках Программы стандартизации Национального объединения строителей и направлены на реализацию Градостроительного кодекса РФ, 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», 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».

В рекомендациях изложены основные требования и правила выполнения испытаний и наладки вводимых в эксплуатацию, находящихся на реконструкции или в эксплуатации оборудования и систем водяного отопления, теплоснабжения и холодоснабжения. Настоящие рекомендации предназначены для инженерно-технических специалистов, проектных, монтажных и наладочных организаций, а также для персонала служб, эксплуатирующих инженерные системы зданий и сооружений различного назначения.

Авторский коллектив: канд. техн. наук *А.В. Бусахин* (ООО «Третье Монтажное Управление «Промвентиляция»), докт. техн. наук *А.М. Гримитлин* (НП «СЗ Центр АВОК»), *А.В. Карликов* (ЗАО «ПРОМВЕНТИЛЯЦИЯ»), канд. экон. наук *Д.Л. Кузин* (НО «АПИК»), *Г.К. Осадчий, С.В. Разин* (ООО «МАКСХОЛ текнолоджиз»), *В.Н. Боломатов* (ООО «Институт Проектпромвентиляция»), *А.Н. Колубков* (ООО ППФ «АК»), *Ф.В. Токарев* (НП «ИСЗС-Монтаж»).

РЕКОМЕНДАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Инженерные сети зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПЫТАНИЮ И НАЛАДКЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Internal buildings and structures utilities
Recommendations for testing and adjusting systems of heating, heat supplying and cooling

1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на системы водяного отопления (далее – системы отопления), теплоснабжения и холодоснабжения (далее – теплохолодоснабжения) и устанавливают общие правила выполнения обследования, испытаний и наладки вводимых в эксплуатацию, эксплуатируемых, реконструируемых зданий и сооружений различного назначения кроме систем, обслуживающих убежища, сооружения метрополитена, помещений, предназначенных для работы с радиоактивными и взрывчатыми веществами.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 8.271–77 Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерения давления. Термины и определения

Издание официальное

ГОСТ 12.1.030–81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

ГОСТ 12.1.050–86 Система стандартов безопасности труда. Методы измерения шума на рабочих местах

ГОСТ 12.2.085–2002 Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности

ГОСТ 21.602–2003 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования

ГОСТ 166–89 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 2405–88 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия

ГОСТ 14202–69 Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки

ГОСТ 16504–81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 17187–81* Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 18140–84 Манометры дифференциальные ГСП. Общие технические условия

ГОСТ 21339–82 Тахометры. Общие технические условия

ГОСТ 22270–76 Оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления. Термины и определения

ГОСТ Р 12.4.026–2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ Р 53188.1–2008 Шумомеры. Часть 1. Технические требования

---

* ГОСТ 17187–2010 вводится в действие на территории Российской Федерации с 01.11.2012 г. взамен ГОСТ 17187–81 в части технических требований

СП 7.13130.2009 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования

СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004. Организация строительства»

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

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

СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение»

СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирования»

СП 73.13330.2012 «СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы»

СП 75.13330.2011 «СНиП 3.05.05-84 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы»

СП 77.13330.2011 «СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации»

СП 131.13330.2011 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

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

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

Р НОСТРОЙ 2.15.3-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Рекомендации по испытанию и наладке систем вентиляции и кондиционирования воздуха

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

кущем году.

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

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены термины в соответствии с Градостроительным кодексом РФ [1], Гражданским кодексом РФ [2], ГОСТ 8.271, ГОСТ 22270, СП 7.13130, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **балансировочный клапан**: Регулирующая арматура с ручной или автоматической настройкой заданного параметра, обеспечивающая поддержание постоянного давления, перепада давлений или расхода жидкости в трубопроводах.

3.2 **градирня**: Тепломассообменный аппарат рекуперативного или смесительного типа, предназначенный для охлаждения оборотной воды.

3.3 **градирня вентиляторная закрытая**: Тепломассообменный аппарат рекуперативного типа, в котором охлаждаемая жидкость (вода, раствор) подается в теплообменник, наружная поверхность которого обдувается потоком воздуха и орошается оборотной водой.

3.4 **градирня вентиляторная открытая**: Тепломассообменный аппарат смесительного типа, в котором охлаждение оборотной воды происходит при ее непосредственном контакте с потоком воздуха.

3.5 **давление рабочее**: Наибольшее давление, возникающее при нормальном режиме работы системы отопления, теплохолодоснабжения.

3.6 **давление расчетное**: Давление, принимаемое для системы отопления, теплохолодоснабжения, соответствующее наименьшему из максимальных рабочих давлений отдельных устройств и оборудования.

3.7 **индивидуальные испытания**: Испытания, в ходе которых в рабочем режиме проверяется работа отдельных систем и оборудования независимо друг от друга.

[СП 73.13330.2012, пункт А.11]

3.8 **испаритель холодильной установки (машины)**: Теплообменное устройство, в котором в процессе испарения хладагента происходит поглощение теплоты от охлаждаемого холодоносителя.

3.9 **исполнительная документация**: Рабочая документация с внесенными изменениями и дополнениями в процессе выполнения монтажа систем отопления и теплохолодоснабжения.

3.10 **испытание**: Определение основных характеристик систем отопления и теплохолодоснабжения, оборудования или устройств в рабочем режиме (по СТО НОСТРОЙ 2.24.2-2011, пункт 3.9).

3.11 **компрессор холодильной установки (машины)**: Нагнетательный агрегат (поршневой, винтовой, спиральный, центробежный и др.), в котором рабочий орган последовательно всасывает определенный объем паров хладагента из испарителя, сжимает его путем уменьшения замкнутого объема и нагнетает в сторону конденсатора холодильной машины.

3.12 **конденсатор холодильной установки (машины)**: Теплообменное устройство, в котором в процессе конденсации (сжижения) паров хладагента происходит выделение теплоты хладагентом и передача ее охлаждающей среде.

3.13 **комплексное опробование**: Проверка работоспособности систем отопления, теплохолодоснабжения и потребителей холода при их одновременной работе в автоматическом режиме с целью подтверждения соответствия основных показателей параметрам исполнительной документации в процессе ввода их в эксплуатацию.

3.14 **мембранный расширительный бак**: Металлический цилиндрический сосуд, разделенный на две части подвижной мембраной, в котором обеспечивается компенсация увеличения объема воды вследствие ее температурного расширения.

Примечание – В одной части мембранного расширительного бака под заданным давлением находится газ (как правило, азот) или воздух, другая часть соединена с гидравлической сетью и заполнена жидкостью.

3.15 **наладочные работы, наладка**: Комплекс работ по регулировке оборудования и регулированию систем отопления и теплохолодоснабжения, а также их испытанию в рабочих режимах с целью достижения работоспособности систем на соответствие параметрам, приведенным в исполнительной документации.

3.16 **наладочная организация (исполнитель)**: Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющий соответствующий документ о допуске от саморегулируемой организации на проведение наладочных работ по системам отопления и теплохолодоснабжения (по СТО НОСТРОЙ 2.24.2-2011, пункт 3.15).

3.17 **охладитель жидкости сухого типа (драйкулер)**: Теплообменный аппарат рекуперативного типа, в котором охлаждаемая жидкость подается в теплообменник, наружная поверхность которого обдувается потоком воздуха.

3.18 **теплообменник**: Устройство, в котором осуществляется бесконтактный процесс теплообмена между двумя жидкими средами.

3.19 **предохранительный клапан**: Трубопроводная арматура, предназначенная для защиты оборудования и трубопроводов от механического разрушения избыточным давлением путем автоматического выпуска избытка жидкой, паро- и газообразной среды из систем с давлением сверх установленного.

3.20 **предпусковые контрольные проверки**: Проверки, выполняемые перед первым пуском холодильной установки (машины) для определения ее соответствия требованиям технической документации.

3.21 **пусковые контрольные проверки**: Проверки, выполняемые после первого пуска холодильной установки (машины) для определения значений параметров ее работы.

3.22 **регулирование**: Работы, выполняемые с целью достижения работоспособности систем отопления, теплохолодоснабжения на соответствие техническим параметрам, указанным в исполнительной документации (по Р НОСТРОЙ 2.15.3-2011).

3.23 **регулировка**: Работы, выполняемые с целью достижения работоспособности оборудования систем отопления, теплохолодоснабжения на соответствие техническим параметрам, указанным в исполнительной документации (по Р НОСТРОЙ 2.15.3-2011).

3.24 **система холодоснабжения**: Комплекс инженерных устройств, обеспечивающий технологический процесс создания и передачи требуемых параметров холода потребителям.

Примечания

1 Комплекс инженерных устройств включает холодильную установку (машину), насосную станцию, сеть трубопроводов, сетевое оборудование, запорно-регулирующие устройства и пр.

2 Потребителями холода являются кондиционеры, доводчики, технологическое оборудование и пр.

3.25 **система холодоснабжения одноконтурная**: Система холодоснабжения, состоящая из общего контура (трубопроводная сеть) циркуляции холодоносителя от испарителя холодильной установки (машины) до потребителя холода (кондиционер, доводчик и т.д.).

3.26 **система холодоснабжения двухконтурная**: Система холодоснабжения, состоящая из двух контуров: контура циркуляции холодоносителя от испарителя холодильной установки (машины) до теплообменника и контура циркуляции от теплообменника до потребителя холода.

3.27 **сторона высокого давления**: Часть холодильной установки (машины), находящаяся под давлением жидкого нагнетаемого хладагента.

3.28 **сторона низкого давления**: Часть холодильной установки (машины), находящаяся под давлением паров всасываемого хладагента.

3.29 **холодильная установка (машина)**: Комплекс механизмов и устройств (один или несколько компрессоров, конденсаторов, испарителей, терморегулирующие вентили и др.), необходимых для обеспечения отвода тепла от охлаждаемой среды и передачи тепла к охлаждающей среде.

3.30 **холодильный агент (хладагент)**: Рабочая среда, которая под воздействием давления изменяет свое агрегатное состояние, в результате чего происходит

поглощение или выделение теплоты.

3.31 **холодильный контур**: Часть холодильной установки (машины), состоящая из замкнутой системы трубопроводов, агрегатов и арматуры, в которой циркулирует постоянное количество хладагента.

3.32 **холодоноситель**: Жидкость, циркулирующая в системе холодоснабжения и переносящая холод от испарителя холодильной установки (машины) к потребителям.

3.33 **холодопотребление**: Количество холода, которое оборудование, потребляющее холод, получает от холодоносителя в течение часа.

3.34 **холодопроизводительность**: Количество холода, которое холодильная установка (машина) передает холодоносителю в течение часа.

4 Обозначения и сокращения

В настоящих рекомендациях применены следующие обозначения и сокращения:

ПНР – пусконаладочные работы;

ПТО – пластинчатый теплообменник;

ТРВ – терморегулирующий вентиль;

ТХС – теплоснабжение и холодоснабжение (теплохолодоснабжение);

ХС – холодоснабжение.

5 Правила выполнения измерений

5.1 Общие требования к выполнению измерений

5.1.1 Работы по выполнению измерений должны проводиться средствами измерений, имеющими свидетельства об утверждении их типа и документы, подтверждающие проведение их поверки (калибровки).

5.1.2 Измерения выполняются при наладке систем отопления и теплохолодоснабжения (далее – ТХС).

5.1.3 Перед выполнением измерений необходимо:

- определить точки и виды измерений, количество и последовательность их выполнения;

- определить необходимые для выполнения измерений приборы;

- изучить технические описания необходимых приборов;

- подготовить приборы к измерениям;

- составить график выполнения работ.

5.1.4 Краткий перечень средств измерений для пуска, испытания и наладки систем отопления и ТХС представлен в приложении А.

5.2 Измерение температуры газов (воздуха) и жидкостей

5.2.1 Температуру газов (воздуха) и жидкостей до + 60 °С следует измерять термометрами с точностью измерения не хуже 0,5 °С.

При температурах выше + 60 °С следует использовать термометры с точностью измерений не хуже 1 °С.

5.2.2 Измерение температуры жидкости в трубопроводе следует выполнять на его прямых участках. В местах измерения используется гильза, внутрь которой помещают термочувствительный элемент. Конструкция гильзы должна обеспечивать тепловой контакт термочувствительного элемента с поверхностью самой гильзы.

Гильзу в трубопроводе устанавливают поперек потока жидкости так, чтобы термочувствительный элемент в гильзе находился ниже оси трубы. Если диаметр трубопровода и гильзы соизмеримы, то гильзу следует наклонить к оси потока или поставить по оси потока, при этом допускается использовать контактные термометры.

5.2.3 Температуру хладагента, всасываемого или нагнетаемого компрессором холодильной установки (машины), измеряют в трубопроводе на расстоянии не далее 1 м и не ближе трех диаметров трубопровода от коллектора или запорного вентиля компрессора.

5.3 Измерение давлений газов (воздуха) и жидкостей

5.3.1 Для измерения давлений жидкости или газов применяются манометры различных конструкций (жидкостные, компрессионные, U-образные, и др.), а также электронные.

Перепад давления измеряется с помощью дифференциальных манометров по ГОСТ 18140.

5.3.2 Давление жидкости в трубопроводе следует измерять с помощью манометров класса точности не ниже 0,5.

5.3.3 Для измерения давлений выбирают прямые участки трубопровода. Измерения выполняют на расстоянии не менее пяти гидравлических диаметров от места возмущения потока (отводов, переходов, диафрагм и т.п.) и (или) не менее двух гидравлических диаметров до него.

Примечание – В качестве гидравлического диаметра принимают внутренний диаметр трубопровода.

5.4 Измерение скорости движения и расхода жидкости

5.4.1 Скорость движения и расхода жидкости в трубопроводе следует измерять ультразвуковыми расходомерами с диапазоном измерения скорости от 0 до 10 м/с и точностью от ± 0,1 до ± 0,3 м/с.

5.4.2 В каждой точке измерения скорость следует определять дважды, причем разность между результатами измерений должна быть не более 5 %, в противном случае, следует выполнить дополнительные измерения после проведения наладочных работ.

5.5 Измерение частоты вращения рабочего колеса насоса и вентилятора

5.5.1 Частоту вращения рабочего колеса насоса и вентилятора следует измерять тахометрами класса точности 0,5 или 1,0 (по ГОСТ 21339).

5.6 Измерение вибрации

5.6.1 Измерение вибрации оборудования систем отопления и ТХС выполня-

ется в целях установления соответствия параметров вибрации требованиям рабочей документации.

5.6.2 Для измерения вибрации следует использовать виброметры или шумомеры с модулем измерения вибрации 1-го или 2-го класса, в соответствии ГОСТ 17187.

5.6.3 Измерения характеристик вибрации холодильных установок (машин) следует выполнять способами, изложенными в ГОСТ 16504.

5.6.4 Измерения параметров вибрации следует выполнять после комплексного опробования систем и гидравлического регулирования сети. При измерениях вибрации оборудования соединения с трубопроводами и электрическими проводами должны быть эластичными.

5.6.5 Для оборудования систем ТХС с регулируемой частотой вращения ротора двигателя следует выполнять измерения в контрольных точках с максимальной амплитудой вибрации.

5.6.6 Измерения вибрации оборудования систем ТХС выполняют в вертикальном и горизонтальном направлениях. Время одного измерения должно быть не менее 10 с.

5.7 Измерение уровня шума

5.7.1 После завершения комплексного опробования систем отопления и ТХС (при необходимости) выполняют измерения уровня шума от этих систем для определения соответствия измеренных величин требованиям санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [3].

5.7.2 Уровни звука и октавные уровни звукового давления следует измерять шумомерами 1-го или 2-го класса.

5.7.3 Измерения шума на рабочих местах выполняют по ГОСТ 12.1.050. Допустимые уровни шума в помещениях приведены в СП 51.13330 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [3].

5.7.4 Измерения шума выполняют в рабочем режиме после регулирования

систем отопления и ТХС. Если системы работают в переменном режиме, измерения следует выполнять при максимальной нагрузке.

5.7.5 При измерениях уровня шума от систем отопления и ТХС оценивают шум и от других источников (фоновый шум). Уровень фонового шума измеряют при отключенном оборудовании этих систем. Если разность между измеренными уровнем шума от систем отопления и ТХС и уровнем фонового шума не превышает 10 дБ (дБА), необходимо в результат измерения вносить поправку:

Разность уровней шума от систем отопления и ТХС и фонового шума, дБ (дБА)	Величина, вычитаемая из значения измеренного уровня шума систем отопления и ТХС
3	3
4 – 5	2
6 – 9	1
10 и более	0

5.7.6 Измерение уровня шума от систем отопления и ТХС в помещениях рекомендуется выполнять при соблюдении следующих условий:

- в помещении должен находиться только персонал, выполняющий измерения;

- окна и двери помещений должны быть закрыты вне зависимости от расположения источников шума (внутри или снаружи здания);

- в помещениях жилых и общественных зданий измерение шума выполняют не ближе 1 м от стен, не ближе 1,5 м от окон помещений, на высоте от 1,2 до 1,5 м от уровня пола.

Примечание – Продолжительность измерения в каждой точке определяется характером шума. Процесс измерения уровня непостоянного шума продолжают до тех пор, пока показатель прибора эквивалентного уровня шума в течение 30 с будет изменяться менее чем на 0,5 дБА. Время выполнения измерений уровня постоянного шума должно составлять не менее 15 с.

5.7.7 При полном отсутствии мебели в помещении из полученного при измерении значения уровня шума (звукового давления) в дБ (дБА) вычитается поправка

2 дБ (дБА).

5.7.8 Измерения уровня шума от систем ТХС вне помещений рекомендуется выполнять при соблюдении следующих условий:

- точки для измерения определяют на границе участков территории, наиболее приближенной к установкам систем ТХС, но не ближе 2 м от стен зданий;

- измерения на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, зданиям больниц, детских дошкольных учреждений и школ, выполняют не менее чем в трех точках, расположенных на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций зданий на высоте от 1,2 до 1,5 м от земли.

6 Пусконаладочные работы

6.1 Общие требования к пусконаладочным работам

6.1.1 Пусконаладочные работы систем отопления и ТХС выполняются в период подготовки и передачи систем в эксплуатацию (после завершения строительно-монтажных работ), после капитального ремонта или реконструкции систем. Пусконаладочные работы, как правило, состоят из индивидуальных испытаний, регулирования и комплексного опробования.

6.1.2 Целью пусконаладочных работ систем отопления и ТХС является достижение соответствия параметров работы этих систем параметрам, указанным в исполнительной документации.

6.2 Индивидуальные испытания оборудования и узлов систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

6.2.1 До начала индивидуального испытания оборудования и узлов систем отопления и ТХС должны быть:

- завершены общестроительные, отделочные работы в помещениях, в которых расположено оборудование систем отопления и ТХС;

- выполнен монтаж систем отопления и ТХС;

- выполнен монтаж средств обеспечения электроснабжения, автоматики и др.

6.2.2 Индивидуальные испытания оборудования и узлов систем отопления и ТХС выполняются с целью проверки работоспособности оборудования и узлов систем отопления и ТХС.

6.2.3 Работы по индивидуальному испытанию оборудования и узлов систем отопления и ТХС включают:

- ознакомление с исполнительной документацией, актами освидетельствования скрытых работ, актами промывки, актами гидростатических или манометрических испытаний на герметичность;

- визуальный осмотр смонтированного оборудования и узлов и проверку соответствия монтажа систем отопления и ТХС исполнительной документации.

6.2.4 При визуальном осмотре следует проверить:

- техническое состояние смонтированного оборудования и узлов систем отопления и ТХС, в том числе наличие всех трубопроводных и кабельных подсоединений, отсутствие повреждений оборудования, контрольно-измерительных приборов, а также загрязнений на их поверхности;

- наличие и правильность расстановки опор и подвесок трубопроводов, отсутствие нагрузки на фланцы и штуцеры в соответствии с СП 75.13330;

- отсутствие повреждений виброопор, установленных под фундаментом оборудования и оборудованием;

- возможность доступа к маховикам запорно-регулирующей арматуры, электроприводам арматуры, контрольно-измерительным приборам, устройствам автоматики и средствам сигнализации и защиты;

- герметичность соединений, отсутствие подтеков жидкости;

- соответствие показаний приборов измерения давления жидкостей (газов) параметрам, указанным в исполнительной документации;

- наличие защитного заземления в соответствии с ГОСТ 12.1.030;

- наличие прямых участков трубопроводов для выполнения измерений давлений и скоростей движения жидкости и газов;

- наличие тепловой изоляции трубопроводов и соответствие ее толщины требованиям рабочей документации;

- наличие и правильность маркировки трасс трубопроводов в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026, ГОСТ 14202;

- наличие и достаточное освещение помещения, где размещается оборудование и узлы регулирования в соответствии с СП 52.13330;

- работоспособность системы вентиляции и отопления в помещении, где размещается оборудование в соответствии с СП 60.13330;

- наличие зон осмотра и обслуживания оборудования и средств автоматики;

- наличие трубопроводов для безопасного отведения хладагента от предохранительных клапанов за пределы здания.

Примечания

1 При выявлении отклонений от исполнительной документации, СП 60.13330, СП 77.13330, а также при наличии дефектов монтажа наладочной организацией составляется ведомость замечаний и дефектов монтажа, которая передается техническому заказчику (далее –заказчику).

2 После устранения выявленных замечаний и дефектов монтажа выполняются работы по индивидуальному испытанию оборудования и узлов систем отопления и ТХС.

6.2.5 Испытание оборудования и узлов систем отопления и ТХС выполняют под полной нагрузкой в течение 4 ч непрерывной работы.

Примечание – В процессе испытания под полной нагрузкой регулирующие устройства сети трубопроводов систем, при циркуляции жидкости через узлы регулирования, должны быть полностью открыты.

6.3 Регулирование систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

6.3.1 Работы по регулированию систем отопления и ТХС включают:

- гидравлическое регулирование по отдельным участкам сети и (или) по потребителям;

- настройку регулирующих устройств;

- регулировку оборудования.

6.4 Комплексное опробование систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

6.4.1 Комплексное опробование систем отопления и ТХС выполняют после завершения индивидуальных испытаний и регулирования этих систем, а также после устранения недостатков, выявленных при индивидуальных испытаниях и регулировании.

6.4.2 Комплексное опробование систем отопления и ТХС выполняют раздельно:

- для систем отопления и теплоснабжения – в холодный период года, когда потребление тепла максимально;

- для систем холодоснабжения – в теплый период года, при работе потребителей холода с максимальным холодопотреблением.

6.4.3 Работы, выполняемые при комплексном опробовании систем отопления и ТХС, осуществляются по программе, разработанной заказчиком или (по его поручению) наладочной организацией (СП 73.13330, пункт 8.2).

6.4.4 Комплексное опробование выполняется по отдельным системам отопления и ТХС или одновременно по всем системам отопления и ТХС здания.

6.4.5 Комплексное опробование систем отопления и ТХС включает в себя следующие работы:

- опробование одновременно работающих систем;

- обеспечение режима работы оборудования в соответствии с данными исполнительной документации;

- проверку функционирования устройств автоматики, сигнализации и управления, защитных устройств систем автоматизации;

- оценку работоспособности оборудования систем;

- проверку работы системы автоматизации при имитации различных аварийных ситуаций;

- проверку срабатывания противопожарных устройств.

6.4.6 По результатам комплексного опробования составляется отчетная документация в соответствии с пунктом 6.13 СП 48.13330.

Примечание – Отчетная документация включает:

- акты индивидуальных испытаний оборудования и узлов систем отопления и ТХС;
- паспорт систем отопления и ТХС;
- акт комплексного опробования систем отопления и ТХС.

6.5 Испытания систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения в процессе эксплуатации

6.5.1 В процессе эксплуатации системы отопления и ТХС должны подвергаться испытаниям на прочность в соответствии с технической документацией.

6.5.2 Для холодильных установок (машин), в состав которых входят сосуды, работающие под давлением, испытания на прочность должны проводиться не реже 1 раза в 8 лет, в соответствии с ПБ 10-115-96 [4].

6.5.3 Гидравлическое регулирование сети трубопроводов в обязательном порядке выполняется после реконструкции или капитального ремонта систем отопления и ТХС.

6.5.4 Испытания оборудования систем отопления и ТХС следует выполнять в соответствии с инструкцией по эксплуатации оборудования и устройств в следующих случаях:

- после продолжительной остановки систем (более одного сезона эксплуатации систем) – отдельно по системам теплоснабжения и холодоснабжения;
- в период подготовки к сезонной эксплуатации – отдельно по системам теплоснабжения и холодоснабжения;
- при выявленных сбоях в работе оборудования систем.

7 Испытания и регулировка основных устройств и узлов систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

7.1 Холодильная установка (машина)

7.1.1 Поставляемое оборудование или холодильная установка (машина) должны иметь технический паспорт с гарантийными обязательствами, инструкцию по монтажу и эксплуатации, сертификат соответствия.

7.1.2 Холодильную установку (машину), поставляемую на место монтажа в собранном виде (агрегированную), прошедшую заводские испытания на прочность и герметичность, не подвергают испытаниям при условии, что срок ее консервации не закончился.

7.1.3 Холодильную установку (машину), собранную из отдельных элементов на месте монтажа (неагрегированную) или агрегированную, но с истекшим сроком консервации, подвергают испытаниям после выполнения мероприятий, указанных в 7.1.7 – 7.1.11, в последовательности, приведенной в 7.1.4 – 7.1.6.

7.1.4 Перед испытанием холодильной установки (машины) следует:

а) проверить соответствие монтажа холодильной установки (машины) требованиям исполнительной документации;

б) проверить соответствие технических характеристик, указанных на табличке «шильде» (далее – шильде) и в паспорте холодильной установки (машины), данным исполнительной документации;

Примечание – «Шильда» – табличка краткой характеристики оборудования, закрепленная на оборудовании в доступном для визуального осмотра месте.

в) ознакомиться с инструкцией завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации холодильной установки (машины);

г) проверить правильность всех подсоединений холодильной установки (машины), наличие предохранительных устройств, контрольно-измерительных приборов;

д) проверить в щите управления и автоматики установки при отключенном

электропитании (главный выключатель должен быть в положении «Выкл.»):

1) очередность фаз на вводе;

2) затяжку клеммных соединений;

3) условия контакта пускателей;

4) техническое состояние управляющих контроллеров;

е) проверить заправку холодильной установки (машины) необходимым количеством хладагента и масла:

1) по хладагенту:

- определить значение давления хладагента по показаниям установленных (или подсоединенных) манометров на холодильном контуре установки (машины);

- по значению давления хладагента определить температуру насыщения соответствующего хладагента (с помощью «линейки хладагентов», приведенной на рисунке 7.1, пересчитать значения давления в температуру насыщения хладагента);

Примечание – «Линейка хладагентов» – линейка, содержащая шкалы давления и температуры и оснащенная передвигающимся прозрачным полозком с риской. Устанавливая риску на требуемое значение давления (по шкале давления), по шкале температуры определяется соответствующее значение температуры. Линейка имеет шкалы как абсолютного, так и относительного давления, единицы измерения давления (bar, psia и psig), температура дана в °C и °F. Линейка с достаточной точностью позволяет определять температуру по значению давления (а также определять давление по заданному значению температуры) для холодильных агентов R22, R404a, R134a, R507, R717, R12 и многих других.

- сверить температуру насыщения хладагента с температурой окружающего воздуха. Совпадение температур означает достаточное количество хладагента;

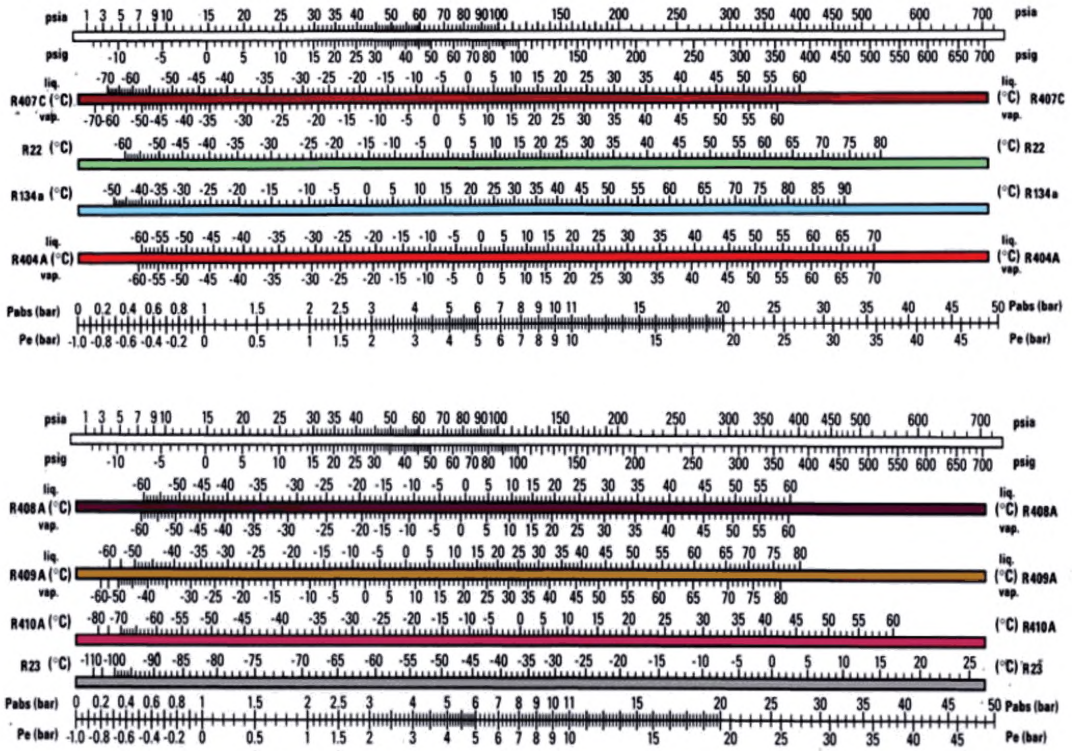


Рисунок 7.1 – «Линейка хладагентов» с лицевой и оборотной сторон (без прозрачного полозка с риской)

2) по маслу:

- проверить наличие и количество масла в компрессоре по уровню масла в смотровом глазке на картере компрессора. Уровень масла должен находиться около 1/2 части смотрового индикатора.

Примечания

1 Если температуры насыщения хладагента и окружающего воздуха отличаются, то холодильная установка (машина) либо не заправлена (или нарушена герметичность холодильного контура), либо заправлена инертным газом.

2 Возможные нарушения герметичности холодильного контура проверяются при помощи течеискателя.

3 Если в холодильном контуре обнаружены нарушения герметичности, производится их устранение. Затем выполняют мероприятия, изложенные в 7.1.7 – 7.1.11.

4 При отсутствии заправки хладагентом или заправки инертным газом холодильного

контура, также выполняются мероприятия, изложенные в 7.1.7 – 7.1.11.

7.1.5 Испытание холодильной установки (машины) выполняют в следующем порядке:

а) открыть запорные вентили соединительных трубопроводов конденсатора и испарителя (в том числе компрессора), вентили на манометрах;

б) открыть запорные вентили на трубопроводах испарителя, проверить по манометру на входе в испаритель величину давления холодоносителя в испарительном контуре;

в) проверить отсутствие воздуха в испарительном контуре, приоткрыв вентили для удаления воздуха (ручные или автоматические) до появления жидкости;

г) визуально проверить по манометру на входе в испаритель работоспособность циркуляционного насоса испарительного контура (см. 7.2), кратковременно включив насос на 5 –7 с;

д) установить главный выключатель холодильной установки (машины) в положение «Вкл.». После этого проверить:

1) наличие напряжения и измерить его величину;

2) срабатывание средств управляющей и защитной автоматики;

3) настройку программного обеспечения управляющего контроллера;

е) проверить по управляющему контроллеру холодильной установки (машины) включение установки на прогрев масла;

Примечание – При наличии в холодильной установке нагревателей для подогрева масла, они включатся автоматически.

ж) проверить уставки и значения параметров системы автоматики согласно инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации холодильной установки (машины);

и) установить переключатель работы холодильной установки (машины) в положение «местное» управление;

к) включить циркуляционный насос испарительного контура со щита управления насосной станцией, не менее чем за 1 мин до запуска холодильной установки

(машины);

л) включить холодильную установку (машину) со щита управления и автоматики, не ранее чем через 12 ч после включения ее на прогрев масла;

Примечание – Через промежуток времени от 5 до 6 с начнет работать компрессор.

м) визуально проверить направление вращения вентиляторов охлаждения конденсатора (для холодильных установок (машин) с воздушным охлаждением конденсатора);

н) измерить напряжение и силу тока во всех фазовых линиях (их величины не должны превышать значений, указанных в паспорте оборудования);

п) измерить асимметрию фаз электропитания (по напряжению отклонения должны быть не более 3 %, по силе тока – не более 10 %);

р) после выхода холодильной установки (машины) на режим работы (стабилизации температур и давлений) следует измерить следующие параметры:

1) температуру холодоносителя на входе в испаритель $T_{и.\ хол.\ вх}$, °С, и на выходе из испарителя $T_{и.\ хол.\ вых}$, °С;

2) давление холодоносителя на входе в испаритель $P_{и.\ хол.\ вх}$, Па, и на выходе из испарителя $P_{и.\ хол.\ вых}$, Па;

3) расход холодоносителя в испарителе $G_{и.\ хол.}$, Па;

4) температуру наружного воздуха на входе в конденсатор $t_{н.\ в.\ вх.}$, °С, (для холодильных установок (машин) с воздушным охлаждением конденсатора);

5) температуру воды на входе в конденсатор $t_{вод.\ вх.}$, °С, (для холодильных установок (машин) с водяным охлаждением конденсатора);

6) величину давления на нагнетании (давление конденсации) компрессора $P_{наг.\ к.\ хлад.}$, Па, и всасывании (давления испарения) компрессора $P_{всас.\ к.\ хлад.}$, Па, при этом полученные значения давления пересчитать с помощью «линейки хладагентов» в соответствующие значения температуры:

- давление на нагнетании (давление конденсации) – в температуру конденсации хладагента $T_{к.\ хлад.}$, °С (температура на нагнетании компрессора);

- давление на всасывании (давление испарения) – в температуру испаре-

ния (кипения) хладагента $T_{и.\ вых.\ хлад.}$, °С (температура на всасывании компрессора);

7) величину давления испарения (кипения) хладагента на входе в испаритель $P_{и.\ вх.\ хлад.}$, Па, при этом полученное значение пересчитать с помощью «линейки хладагентов» в соответствующее значение температуры испарения (кипения) $T_{и.\ вх.\ хлад.}$, °С (значение температуры на входе хладагента в испаритель);

8) температуру конденсации на выходе жидкого хладагента из конденсатора $T_{конд.\ вых.\ хлад.}$,°С;

с) определить величину перепада давления холодоносителя $\Delta P_{и.\ хол.}$, Па, в испарителе:

$$\Delta P_{и.\ ж.} = P_{и.\ ж.\ вх.} - P_{и.\ ж.\ вых.} \quad (1)$$

и проверить ее соответствие значению перепада давления по техническим характеристикам, указанным в паспорте холодильной установки (машины) $\Delta P_{и.\ х.\ пасп.}$;

т) определить соответствие значений:

1) температуры конденсации хладагента $T_{к.\ хлад.}$, °С, ее значению, указанному в паспорте холодильной установки (машины) $T_{к.\ хлад.\ пасп.}$, °С;

2) температуры испарения (кипения) хладагента $T_{и.\ хлад.}$, °С, ее значению, указанному в паспорте холодильной установки (машины) $T_{и.\ хлад.\ пасп.}$, °С;

у) визуально проверить уровень масла в компрессоре и отсутствие пузырьков воздуха в смотровом индикаторе;

ф) измерить расход холодоносителя (жидкости) на выходе из испарителя в рабочем режиме;

х) проверить правильность настройки дифференциального реле давления (или механического реле протока) холодоносителя (жидкости) испарителя. Для этого, прикрывая запорную задвижку на выходе холодоносителя (жидкости) из испарителя, измеряют величину расхода холодоносителя (жидкости), при которой компрессор холодильной установки (машины) отключится;

Примечания

1 Если компрессор отключился при уменьшении расхода холодоносителя (жидкости) в испарителе на 20 % (± 2 %) от величины расхода холодоносителя (жидкости) в рабочем режиме,

настройка дифференциального реле (или механического реле протока) выполнена правильно.

2 Если компрессор отключился при уменьшении расхода холодоносителя (жидкости) в испарителе более чем на 22 % или менее чем на 18 % от величины расхода холодоносителя (жидкости) в рабочем режиме, настройка дифференциального реле (или механического реле протока) выполнена неправильно. В этом случае исполнитель должен изменить настройку дифференциального реле давления (или механического реле протока). Настройку дифференциального реле давления (или механического реле протока) производят строго по инструкции завода-изготовителя.

ц) проверить по манометру, установленному в зоне нагнетания компрессора, правильность настройки (при необходимости изменить настройку) реле высокого давления хладагента компрессора, принудительно повышая давление хладагента в конденсаторе.

Проверку правильной настройки реле высокого давления хладагента компрессора выполняют следующим образом:

1) для холодильных установок (машин) с воздушным охлаждением конденсатора – постепенно уменьшают расход воздуха через конденсатор (например, отключая вентиляторы конденсатора) до тех пор, пока компрессор не отключится, при этом следует убедиться, что компрессор отключился при величине давления срабатывания реле давления, указанного на шильде и в паспортных данных холодильной установки (машины);

2) для холодильных установок (машин) с водяным охлаждением конденсатора – постепенно прикрывают вентиль на выходе воды из конденсатора до тех пор, пока компрессор не отключится, при этом следует убедиться, что компрессор отключился при величине давления срабатывания реле давления, указанного на шильде и в паспортных данных холодильной установки (машины).

Изменение настройки реле высокого давления хладагента компрессора производят строго по инструкции завода-изготовителя;

ч) определить соответствие значений (при необходимости откорректировать) параметров холодильной установки (машины) по датчикам автоматики – измеренным значениям параметров. Измеренные значения параметров имеют приоритет перед значениями параметров по датчикам автоматики;

ш) результаты проверок и значения параметров холодильной установки (машины), измеряемые при подготовке к первому пуску и в режиме работы при первом пуске, заносят в регламент предпусковых и пусковых контрольных проверок холодильной установки (машины) (приложение Б);

щ) холодильная установка (машина), непрерывно отработавшая без аварийных отключений в течение 4 ч, считается выдержавшей испытание. По окончании работ составляется акт индивидуального испытания оборудования (приложение В).

7.1.6 Наладка холодильной установки (машины) заключается в обеспечении автоматического заполнения испарителя жидким хладагентом до необходимого уровня, при котором расчетное количество холодоносителя охлаждается до проектной температуры на выходе из испарителя.

Наладку холодильной установки (машины) осуществляют в соответствии с 7.1.6.1 – 7.1.6.3.

7.1.6.1 Уровень жидкого хладагента в испарителе (величина условная) соответствует определенной величине перегрева хладагента (от 4 °С до 8 °С), который поддерживается с помощью регулятора перегрева – терморегулирующего вентиля (далее – ТРВ), либо дифференциального регулятора давления.

7.1.6.2 Настройку регуляторов перегрева ТРВ производят строго по инструкции заводов-изготовителей.

7.1.6.3 Результаты наладки признаются удовлетворительными, если рабочий режим холодильной установки (машины) характеризуется:

а) отсутствием посторонних стуков в компрессорах и вентиляторах, повышенной вибрации корпуса установки;

б) соответствием количества холодоносителя и его температуры на выходе из испарителя значениям, установленным исполнительной документацией;

в) температурой конденсации $T_{к.хлад.}$, °С, (температура на нагнетании компрессора), которая должна быть выше значения:

1) температуры воздуха на входе в конденсатор $t_{н.\,в.\,вх.}$, °С, на величину

от 15 °С до 20 °С (для холодильных установок (машин) с воздушным охлаждением конденсатора);

2) температуры воды на входе в конденсатор $t_{вод.\ вх.}$, °С, на величину от 4 °С, до 6 °С (для холодильных установок (машины) с водяным охлаждением конденсатора);

г) температурой испарения (кипения) хладагента (температура на всасывании компрессора) $T_{и.\ хлад.}$, °С, которая должна быть ниже температуры холодоносителя на выходе из испарителя $T_{и.\ хол.\ вых}$, °С, на величину от 5 °С до 6 °С;

д) температурой перегрева хладагента (температура на всасывании компрессора) $T_{и.вых.\ хлад.}$, °С, которая должна быть на величину от 4 °С до 8 °С выше температуры испарения (кипения) на входе хладагента в испаритель $T_{и.\ вх.\ хлад.}$;

е) температурой переохлаждения хладагента на выходе из конденсатора $T_{конд.\ вых.\ хлад.}$, °С, которая должна быть на величину от 3 °С до 5 °С ниже температуры конденсации $T_{к.\ хлад.}$ °С, (температура на нагнетании компрессора);

Примечания

1 Повышенное переохлаждение указывает на избыток хладагента в конденсаторе (срабатывает реле высокого давления), для уменьшения величины переохлаждения необходимо удалить избыточное количество хладагента из холодильного контура.

2 Повышенный перегрев указывает на недостаток хладагента в испарителе (срабатывает реле низкого давления), для уменьшения величины перегрева необходимо дозаправить недостающее количество хладагента в холодильный контур.

ж) температурой сжатого хладагента на нагнетании компрессора температуры конденсации $Т_{к.\ хлад.}$, которая должна быть в пределах от 85 °С до 90 °С, и выше температуры конденсации на выходе из конденсатора $T_{конд.\ вых.\ хлад.}$ на величину от 30 °С до 40 °С;

и) отсутствием утечек хладагента и масла;

к) отсутствием колебаний стрелок манометров, отсутствием искрения в контактах датчиков-реле и магнитного пускателя;

л) отсутствием утечки холодоносителя (жидкости);

м) отсутствием неохлаждаемых зон конденсатора при работе вентиляторов

(для холодильных установок (машин) с воздушным охлаждением конденсатора) или отсутствием утечки охлаждающей воды из конденсатора (для холодильных установок (машин) с водяным охлаждением конденсатора);

н) поддержанием системой автоматики холодильной установки (машины) заданных параметров работы холодильной установки (машины).

7.1.7 Испытания холодильной установки (машины), состоящей из отдельных элементов (неагрегированной) и собираемой на месте монтажа, или агрегированной, с истекшим сроком консервации, выполняются в соответствии с 7.1.7.1– 7.1.7.8 и включают следующие этапы:

- испытание на прочность холодильного контура;
- испытание на герметичность холодильного контура;
- вакуумирование холодильного контура;
- заправка хладагентом холодильного контура;
- заправка (дозаправка) маслом компрессора холодильного контура (по необходимости).

7.1.7.1 Испытание на прочность выполняют путем заполнения магистралей сухим (точка росы не выше минус 40 °С) азотом под давлением, величина которого указывается в технической документации.

7.1.7.2 Испытание на прочность следует выполнять в следующей последовательности:

- установить на холодильном контуре один манометр после запорного вентиля в зоне источника давления, а второй – в самой удаленной точке системы;
- открыть запорные вентили в холодильном контуре и, при необходимости, электромагнитные клапаны так, чтобы каждый участок контура имел возможность подачи и сброса азота;
- отключить от холодильного контура все контрольно-измерительные приборы, а также другие элементы, не рассчитанные на давление испытания на прочность;
- нанести на поверхности швов и разъемных соединений трубопроводов хо-

лодильного контура мыльный раствор;

- повысить давление в холодильном контуре до величины давления испытания на прочность, не превышая его (повышать давление следует со скоростью не более 0,1 МПа/мин);

- при достижении давления, равного 30 %, 60 % и 100 % значения давления испытания на прочность, проводить промежуточный осмотр и проверку наружной поверхности контура при каждом значении давления, прекращая повышение давления на время осмотра и проверки.

Под давлением испытания на прочность холодильный контур должен находиться не менее 10 мин, после чего давление в холодильном контуре следует постепенно снизить до величины расчетного давления, указанного в технической документации.

7.1.7.3 Результаты испытания на прочность признаются удовлетворительными, если во время испытаний не произошло разрывов, видимых деформаций или падения давления по показаниям манометра.

7.1.7.4 При обнаружении утечек, деформаций, разрывов, падения давления необходимо удалить азот из холодильного контура и выполнить работы по устранению неисправностей. После устранения неисправностей повторить операции, изложенные в 7.1.7.2.

7.1.7.5 Холодильный контур холодильной установки (машины), прошедший испытания на прочность, испытывается на герметичность.

7.1.7.6 Испытание на герметичность выполняют путем заполнения магистралей сухим (точка росы не выше минус 40 °С) азотом под давлением, величина которого указывается в технической документации.

7.1.7.7 Испытания на герметичность выполняют раздельно по сторонам высокого и низкого давления. При равенстве давлений по сторонам высокого и низкого давления (например, для установок с воздухоохладителями) допускается выполнять испытание на герметичность всей системы.

7.1.7.8 При равенстве давлений по сторонам высокого и низкого давлений ис-

пытания следует выполнять в следующей последовательности:

- установить на холодильном контуре один манометр после запорного вентиля у источника давления, а второй – в самой удаленной точке системы;

- открыть запорные вентили в холодильном контуре и, при необходимости, электромагнитные клапаны так, чтобы каждый участок контура имел возможность подачи и сброса азота;

- отключить от холодильного контура все контрольно-измерительные приборы, а также другие элементы, не рассчитанные на давление испытания на герметичность;

- повысить давление в холодильном контуре до величины давления испытания на герметичность (повышать давление следует со скоростью не более 0,1 МПа/мин);

- при достижении давления в холодильном контуре, равного 30 %, 60 % и 100 % от давления испытания на герметичность, проводить промежуточный осмотр и проверку наружной поверхности контура при каждом значении давления, прекращая повышение давления на время осмотра и проверки;

- после повышения давления в холодильном контуре установки (машины) до величины давления испытания на герметичность в течение 3 ч не производят никаких действий с холодильной установкой (машиной) с целью выравнивания температур внутренней и наружной среды;

- определить значения величин давления в холодильном контуре и температуры окружающей среды по истечении 3 ч;

- выдержать холодильный контур под давлением испытания на герметичность не менее 12 ч, не производя никаких действий с холодильной установкой (машиной);

- проверить давление в холодильном контуре по истечении 12 ч (изменений величины давления в холодильном контуре быть не должно);

- результаты испытания на герметичность признаются удовлетворительными, если во время испытания на герметичность не произошло разрывов, видимых

деформаций или падения давления по показаниям манометра;

- при обнаружении утечек, деформаций, разрывов необходимо удалить азот из холодильного контура, выполнить работы по устранению неисправностей и повторить предыдущие операции.

7.1.7.9 При неравенстве давлений для стороны высокого и низкого давлений, испытания на герметичность выполняются в той же последовательности, что и при равенстве величины давлений только раздельно для каждой из сторон.

7.1.7.10 Испытания на герметичность одной из сторон высокого или низкого давлений холодильной установки (машины) выполняют с учетом следующих условий:

- испытываемая сторона холодильного контура (сосуд, аппарат, трубопровод) должна быть отсоединена от другой стороны с использованием металлических заглушек с прокладками, имеющими хвостовики, выступающие за пределы фланцев не менее чем на 20 мм;

- места расположения заглушек на время проведения испытания должны быть отмечены предупредительными знаками, пребывание около них людей не допускается;

- использование запорной арматуры для отключения испытуемой стороны (сосуд, аппарат, трубопровод) не допускается.

7.1.8 После выполнения испытаний на прочность и герметичность выполняется вакуумирование холодильного контура с целью удаления воздуха из агрегатов, трубопроводов и осушения холодильного контура холодильной установки (машины).

7.1.8.1 Вакуумирование следует выполнять в следующей последовательности:

- произвести сборку установки вакуумирования с таким расчетом, чтобы расстояние между вакуумным насосом и холодильным контуром было как можно меньшим, а диаметр соединительных шлангов как можно большим;

- подключить манометрический коллектор к холодильному контуру, проверить отсутствие избыточного давления (при наличии избыточного давления уменьшают его до уровня атмосферного);

- при протяженных трассах трубопровода рекомендуется подлежащий вакуумированию участок разделить на несколько подучастков (с помощью запорных вентилей) и выполнить вакуумирование по подучасткам;

- подключить вакуумный насос к сервисным штуцерам вакуумируемого участка (подучастка) холодильного контура;

- подключить вакуумметр в точке, наиболее отдаленной от места установки вакуумного насоса;

- открыть вентиль перед вакуумным насосом и, при необходимости, электромагнитные клапаны так, чтобы каждый участок (подучасток) подлежащего вакуумированию контура имел возможность подключения вакуумного насоса;

- включить вакуумный насос для достижения остаточного давления в холодильном контуре, равного 1 кПа (если не указано другое);

Примечание – Вакуумирование холодильного контура рекомендуется выполнять при положительных температурах окружающего воздуха, но не ниже + 5 °С.

- после достижения величины остаточного давления, следует продолжить вакуумирование в течение 18 ч, по окончании этого периода следует закрыть вентиль и выключить вакуумный насос.

7.1.8.2 Если при низких температурах не удается достичь необходимой величины остаточного давления, то процесс вакуумирования следует чередовать с процессом наддува сухим азотом (отсоединяя насос) до давления в пределах от 0,2 до 0,3 МПа.

Примечание – Запрещается подогревать участки холодильного контура открытым пламенем.

7.1.8.3 Если в первые 3 ч выдержки под вакуумом давление резко повышается до уровня давления насыщенных паров воды в воздухе (таблица 1), соответствующего температуре воздуха в помещении, а затем стабилизируется, значит, система герметична, но не достаточно осушена. В этом случае необходимо продолжить вакуумирование.

Если за 6 ч выдержки под вакуумом рост давления превысит 0,5 кПа, не ста-

билизируется и продолжает расти, значит, установка негерметична. Следует произвести поиск и устранить причину негерметичности контура. После этого повторить работы по вакуумированию.

Зависимость давления насыщенных паров воды в воздухе от температуры окружающей среды приведена в таблице 1 (СП 23-101-2004 [5], приложение С).

Таблица 1

Т, °С	0	4	8	12	16	20	24	28	30
Р, Па	611	813	1072	1403	1817	2338	2984	3782	4246

7.1.8.4 Результаты вакуумирования признаются удовлетворительными, если на холодильном контуре холодильной установки (машины), находящейся под вакуумом в течение 18 ч, за первые 6 ч произошло повышение давления не более чем в 1,5 раза (более 1,5 кПа), а в остальное время давление оставалось постоянным.

7.1.9 После выполнения вакуумирования, холодильный контур заправляется хладагентом, указанным в технической документации. Заполнение иными хладагентами, не указанными в технической документации, не допускается.

7.1.9.1 В зависимости от мощности холодильной установки (машины), заправку хладагентом производят из цистерн или баллонов, для чего в конструкции холодильного контура предусмотрены заправочный коллектор, специальный вентиль или ниппель.

Заправку производят в линейный ресивер, жидкостный ресивер или в конденсатор.

7.1.9.2 Перед заправкой необходимо проверить наличие манометров и приборов автоматизации, снять заглушки на сторонах нагнетания и всасывания компрессора.

7.1.9.3 Смесевые неазеотропные и псевдоазеотропные холодильные агенты типа R404A заправляются в холодильный контур только в жидкой фазе, для чего баллон с хладагентом подключают к жидкостному ресиверу.

7.1.9.4 Хладагенты, являющиеся моновеществами типа R134A, R22 и азеотропные смеси типа R507, допускается заправлять в жидкой и газовой фазах. При

этом баллон с хладагентом присоединяют к всасывающей линии холодильного контура работающей холодильной установки (машины) и компрессор отсасывает из баллона пары хладагента в систему.

Примечание – Запрещается для ускорения заправки нагревать баллон с хладагентом газовой горелкой или помещать баллон с хладагентом в горячую воду.

7.1.9.5 Холодильный контур заправляют хладагентом массой, указанной в технической документации, для чего используют весы или, что менее предпочтительно, зарядные цилиндры.

7.1.9.6 Холодильный контур считается заправленным, если разница между весом баллонов до заправки холодильного контура и весом баллонов после его заправки совпадает с массой хладагента, указанной в технической документации (паспорте на баллон).

7.1.10 Заправка (дозаправка) маслом компрессора холодильного контура производится по мере необходимости.

7.1.10.1 Компрессор, входящий в состав холодильного контура, должен быть заправлен маслом, тип которого указан в технической документации.

7.1.10.2 Наличие и количество масла в компрессоре определяют по уровню масла в смотровом индикаторе на картере компрессора. Уровень масла должен находиться около 1/2 части смотрового индикатора.

7.1.10.3 При отсутствии масла или недостаточном уровне масла в смотровом индикаторе выполняется заправка (дозаправка) масла в компрессор.

Заправку (дозаправку) масла в компрессор выполняют как при отсутствии, так и (или) при наличии хладагента в холодильном контуре.

7.1.10.4 При наличии хладагента в компрессоре следует:

- закрыть всасывающий клапан компрессора;

- включить компрессор и уменьшить давление на всасывании компрессора до уровня менее 200 Па;

- отключить компрессор;

- закрыть его запорные вентили;

- залить масло в картер компрессора до уровня около 1/2 части смотрового индикатора;

- открыть его запорные вентили и всасывающий клапан.

После выполнения всех процедур компрессор готов к работе.

7.1.10.5 При отсутствии хладагента в компрессоре следует:

- отключить компрессор;

- залить масло в картер компрессора до уровня около 1/2 части смотрового индикатора;

- выполнить вакуумирование компрессора;

- открыть его запорные вентили.

После выполнения всех процедур компрессор готов к работе.

7.1.11 По окончании испытаний холодильной установки (машины) составляют акты по форме приложения В.

7.2 Насосная установка

7.2.1 Насосная установка, поставляемая на место монтажа, должна иметь технический паспорт и (или) гарантийный талон, инструкцию завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации, а также сертификат соответствия.

7.2.2 Испытание и регулировку насосной установки выполняют в соответствии с 7.2.3 – 7.2.6.

7.2.3 Перед испытанием насосной установки необходимо:

- проверить соответствие монтажа насосной установки требованиям исполнительной документации;

- проверить соответствие технических характеристик, имеющихся на шильде и в паспорте насосной установки, данным исполнительной документации;

- ознакомиться с инструкцией завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации насосной установки;

- проверить правильность месторасположения насосной установки;

Примечание – Как правило, насосная установка должна быть установлена на линии подающего трубопровода холодоносителя в испаритель холодильной установки.

- проверить наличие виброкомпенсаторов на всасывании и нагнетании, наличие обратного клапана на нагнетании, а также наличие запорной, воздуховыпускной и сливной арматуры в обвязке насосной установки;

- проверить наличие обязательного сетчатого фильтра очистки воды на всасывании насосной установки;

Примечания

1 Отверстия сетки фильтра очистки воды должны быть в переделах от 0,5 до 1,5 мм.

2 Не допускается:

- установка какой-либо регулирующей арматуры на линии трубопроводной магистрали «насосная установка – испаритель холодильной установки (машины)»;

- установка фильтра очистки воды с размерами отверстий сетки меньше, чем 0,5 мм.

- проверить наличие устройств автоматики, исправность и пригодность применения контрольно-измерительных приборов;

- убедиться в том, что монтаж всех соединений труб, оборудования и арматуры закончен, в соединениях отсутствует подтекание жидкости;

- проверить наличие актов промывки и гидростатических или манометрических испытаний на герметичность трубопроводов;

- проверить работоспособность (кратковременным открытием-закрытием) всей запорно-регулирующей арматуры и вентилей для выпуска воздуха и слива воды;

- проверить наличие давления жидкости в трубопроводах циркуляционного контура, которое должно быть не ниже минимального значения $P_{мин}$, кПа, (минимальное давление определяется взаимным расположением насосной установки и самой высокой точки системы):

$$P_{мин} \geq 10 \text{ Н}, \qquad (2)$$

где Н – геометрическая высота от точки установки насосной установки до верхней точки системы, м (что соответствует 10 кПа);

- добавить в контур необходимое количество жидкости с помощью системы подпитки, при недостаточном минимальном давлении жидкости в трубопроводах циркуляционного контура;

- проверить соответствие давления предварительной настройки расширительного бака P_o, Па, (давление воздуха/азота) данному циркуляционному контуру (при необходимости откорректировать давление);

- проверить наличие заземления электродвигателей;

- проверить в щите управления и автоматики насосной установки, при отключенном электропитании (главный выключатель должен быть в положении «Выкл.»): очередность фаз на вводе, затяжку клеммных соединений, условия контакта пускателей, техническое состояние управляющего контроллера.

7.2.4 Испытание насосной установки осуществляется следующим образом:

- открыть запорно-регулирующую арматуру (кроме сливной) и проверить отсутствие воздуха в циркуляционном контуре системы, приоткрыв вентили для удаления воздуха и заглушку на корпусе насосной установки до появления из отверстия жидкости;

- проверить закрытие вентилей для выпуска воздуха и заглушки на корпусе насосной установки;

- проверить наличие электропитания, главный сетевой выключатель должен быть в положении «Вкл.»;

- проверить уставки и значения параметров системы автоматики блока управления согласно инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации насосной установки;

- установить переключатель работы насосной установки в «местное» управление;

- включить насосную установку кнопкой «пуск» на щите автоматики и управления;

- проверить направление вращения электродвигателей по стрелке на корпусе;

- измерить силу тока во всех фазовых линиях, которая не должна превышать значений, указанных в технических характеристиках;

- проверить асимметрию фаз электропитания: по напряжению она должна быть не более 3 %, по силе тока – не более 10 %;

- если насосная установка оснащена частотным преобразователем со встроенным автоматическим регулятором частоты вращения электродвигателя, то выход на расчетный режим по расходу жидкости осуществляется путем постепенного приближения величины частоты вращения электродвигателя от минимальной (40 % от номинальной величины частоты вращения электродвигателя) к требуемой;

- измерить текущие расходы жидкости на линии нагнетания;

- определить полный напор насосной установки в проектном режиме (по показаниям манометров на линиях нагнетания и всасывания), сравнить полученные значения напора и расхода с паспортными данными насоса и с данными исполнительной документации;

- в насосной установке, состоящей из рабочего и резервного насосов, проверить настройку реле давления для пуска резервного насоса.

Примечание – Реле давления должно срабатывать, если давление в циркуляционном контуре ниже минимального давления настройки дифференциального реле давления или механического реле протока холодильной установки (машины).

7.2.5 Насосная установка, отработавшая непрерывно без аварийных отключений в течение 4 ч, считается выдержавшей испытание. По окончании испытания составляется акт индивидуального испытания оборудования (приложение В).

7.2.6 Наладка насосной установки выполняется в соответствии с 7.2.6.1 – 7.2.6.3.

7.2.6.1 Наладка работы насосной установки заключается в обеспечении циркуляции необходимого расхода холодоносителя (жидкости) и достаточного напора для обеспечения параметров работы системы в соответствии с требованиями исполнительной документации.

7.2.6.2 В случае если насосная установка создает повышенный напор, регулирование избыточного напора выполняют с помощью дросселирующих устройств (например, дроссельная шайба) или балансировочного вентиля, устанавливаемого на линии нагнетания.

7.2.6.3 В случае если насосная установка не обеспечивает необходимый на-

пор, ее заменяют на другую.

7.2.7 Нормальная работа насосной установки характеризуется:

- отсутствием посторонних стуков, шумов, повышенной вибрации;

- отсутствием значительных колебаний стрелок манометров, отсутствием искрения в контактах датчиков-реле и магнитного пускателя;

- отсутствием утечки и подтекания жидкости.

7.2.8 Основные причины возможных неисправностей и алгоритм их выявления и устранения для конкретной насосной установки, как правило, приводятся в инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации.

7.2.9 В насосной установке, состоящей из рабочего и резервного насосов, насосы могут работать только поочередно. Выбор очередности их включения осуществляется переключателем на щите автоматики. Работу насоса контролируют по индикации, предусмотренной заводом-изготовителем.

7.2.10 При работе насосной установки совместно с холодильной установкой (машиной) следует:

- перевести переключатель работы насосной установки на дистанционное управление;

- включить главный сетевой выключатель для запуска холодильной установки (машины).

7.2.11 Для обеспечения равномерного распределения времени наработки и износа деталей периодически, но не реже чем через каждые три месяца, необходимо менять положение переключателя с основного насоса на резервный.

7.3 Мембранный расширительный бак

7.3.1 Мембранный расширительный бак, прошедший заводские испытания, поставляемый на место монтажа, должен иметь технический паспорт или гарантийный (сервисный) талон, инструкцию завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации, сертификат соответствия.

7.3.2 При испытаниях мембранного расширительного бака перед первым за-

полнением необходимо:

а) проверить соответствие монтажа мембранного расширительного бака требованиям исполнительной документации;

б) проверить соответствие технических характеристик, имеющихся на шильде и в паспорте мембранного расширительного бака, данным исполнительной документации;

в) проверить правильность места установки мембранного расширительного бака в системе;

Примечание – Как правило, мембранный расширительный бак должен быть установлен на трубопроводе всасывающей линии циркуляционного насоса.

г) убедиться, что:

1) запорная арматура на подводящем трубопроводе к мембранному расширительному баку защищена от непреднамеренного закрывания;

2) мембранный расширительный бак имеет устройство для слива жидкости из бака;

3) в помещении, где установлен мембранный расширительный бак, предусмотрена возможность для опорожнения воды из бака или установлена емкость для хранения раствора воды с химическими добавками;

4) к подводящему трубопроводу мембранного расширительного бака не подключена линия подпитки системы.

7.3.3 Для определения рабочего давления мембранного расширительного бака уточняют величину предварительного давления P_o, кПа, в соответствии с начальным (минимальным) давлением жидкости перед баком, исходя из расчета:

$$P_o = 10 \text{ Н} + 20, \quad (3)$$

где Н – геометрическая высота от точки установки мембранного расширительного бака до верхней точки системы, м.

Если Н меньше 8 м и P_o меньше 100 кПа, то рекомендуется настраивать предварительное давление на значение равное 150 кПа.

Примечание – Если мембранный расширительный бак устанавливается в верхней части

системы, то предварительное давление P_o принимается равным 150 кПа независимо от перепада высоты между точкой установки бака и потребителем.

7.3.4 Устанавливают манометр на воздушный клапан пустого мембранного расширительного бака и определяют давление в мембранном расширительном баке.

7.3.5 Настраивают предварительное давление P_o по показаниям манометра, установленного на воздушном клапане мембранного расширительного бака.

Примечания

1 Если значение величины предварительного давления P_o в воздушной камере мембранного расширительного бака выше предварительного давления P_o, указанного на шильде, то из бака через воздушный клапан удаляется избыточное количество воздуха (азота).

2 Если значение величины предварительного давления P_o в воздушной камере мембранного расширительного бака ниже предварительного давления P_o, указанного на шильде, то в бак через воздушный клапан нагнетается недостающее количество воздуха (азота).

7.3.6 При необходимости проверяют расчетом номинальный объем $V_{ном}$ мембранного расширительного бака.

Исходными данными при расчете объема мембранного расширительного бака являются:

- объем жидкости (воды) в системе $V_{сист}$, л;

- статическая высота (статическое давление);

- высота столба жидкости в системе, находящейся над баком;

- предварительное давление мембранного расширительного бака P_o, Па;

- максимальное давление $P_{макс}$, Па – максимальное давление в системе в месте установки мембранного расширительного бака;

- средняя температура системы, °С – средняя температура системы в процессе ее работы.

7.3.7 Порядок расчета объема бака:

- определить коэффициент расширения жидкости $k_{расш}$ при нагреве (охлаждении) жидкости от 10 °С до средней температуры системы. Для определения коэффициента расширения используются диаграммы, представленные на рисунках 7.2 и 7.3;

Примечание – При работе системы только в режиме охлаждения минимальная температура жидкости принимается равной + 4 °С, максимальная температура принимается равной температуре окружающего воздуха от 35 °С до 40 °С (в зависимости от района).

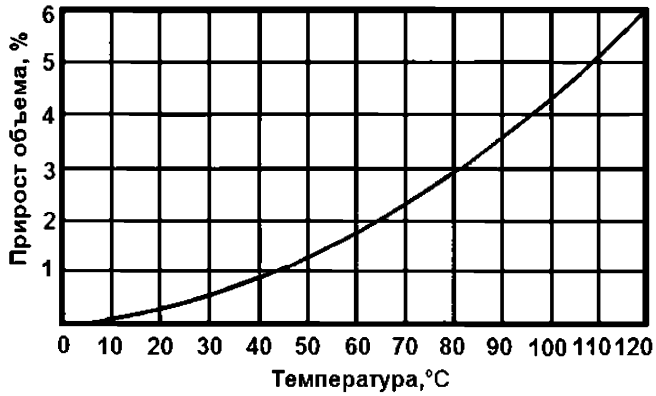
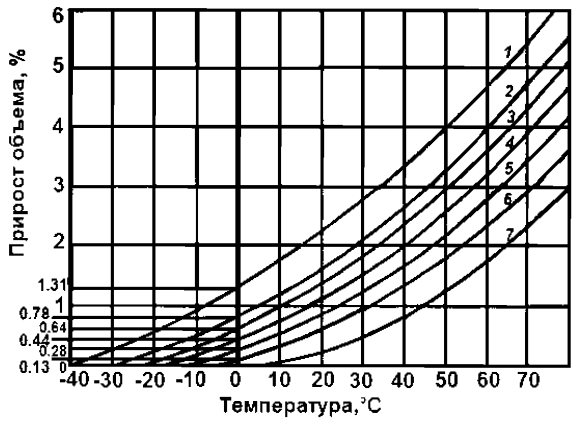


Рисунок 7.2 – Температурное расширение воды при ее нагреве (охлаждении) от 10 °С до средней температуры системы



1 – 52 % раствор при минус 40 °С; 2 – 44 % раствор при минус 30 °С;
3 – 39 % раствор при минус 25 °С; 4 – 34 % раствор при минус 20 °С;
5 – 28 % раствор при минус 15 °С; 6 – 20 % раствор при минус 10 °С;
7 – 0 % раствор (рисунок 7.2)

Рисунок 7.3 – Температурное расширение смеси воды и этиленгликоля при ее нагреве (охлаждении) от 10 °С до средней температуры системы

- определить объем расширения $V_{расш}$, л – объем жидкости, вытесняющийся из системы при ее нагреве от 10 °С до средней температуры системы:

$$V_{\text{расш}} = V_{\text{сист}} \cdot k_{\text{расш}}, \quad (4)$$

где $V_{сист}$ – объем жидкости (воды) в системе, л;

$k_{расш}$ – коэффициент расширения жидкости;

- определить коэффициент заполнения мембранного расширительного бака (коэффициент эффективности) $k_{эфф}$ при заданных условиях работы, который показывает максимальный объем жидкости (в процентах от полного объема мембранного расширительного бака), который может вместить бак:

$$K_{\text{эфф}} = \frac{(P_{\text{макс}} - P_0)}{P_{\text{макс}}}; \quad (5)$$

- определить потребный номинальный объем $V_{ном}$, л, мембранного расширительного бака:

$$V_{\text{ном}} = \frac{(V_{\text{расш}} \cdot 1{,}25)}{K_{\text{эфф}}}; \quad (6)$$

- определить модель мембранного расширительного бака, исходя из номинального объема, с округлением его величины в сторону ближайшего целого.

7.3.8 После заполнения системы жидкостью и удаления из нее воздуха, дозаправить систему жидкостью до значения начального давления $P_н$, кПа, в воздушной камере мембранного расширительного бака:

$$P_н \geq P_о + 30. \quad (7)$$

7.3.9 После дозаправки системы жидкостью до значения начального давления $P_н$ и включения циркуляционного насоса, проверить значение конечного давления $P_к$, кПа, которое не должно превышать допустимого значения давления $P_{макс}$ для отдельных элементов системы:

$$P_к \leq P_{макс} - 50. \quad (8)$$

В случае необходимости откорректировать начальное значение давления $P_н$ до $P_к$.

7.3.10 Наладка мембранного расширительного бака выполняется с целью установления заданного давления хладагента теплохолодоносителя, необходимого и достаточного для обеспечения параметров работы системы в соответствии с исполнительной документацией.

7.3.11 Мембранный расширительный бак, непрерывно отработавший в течение 4 ч считается выдержавшим испытание. По окончании испытания составляется акт индивидуального испытания оборудования (приложение В).

7.4 Предохранительный клапан

7.4.1 Предохранительный клапан, поставляемый на место монтажа, должен иметь технический паспорт и (или) гарантийный (сервисный) талон, инструкцию завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации, сертификат соответствия.

7.4.2 Перед испытанием предохранительного клапана необходимо:

- проверить соответствие монтажа предохранительного клапана требованиям исполнительной документации;

- проверить соответствие технических характеристик, имеющихся на шильде и в паспорте клапана, данным исполнительной документации;

- проверить правильность места установки предохранительного клапана в системе в соответствии с требованием ГОСТ 12.2.085;

Примечание – Предохранительный клапан должен устанавливаться на патрубках или на трубопроводах, непосредственно присоединенных к защищаемому объекту. Как правило, предохранительный клапан устанавливается вместе с мембранным расширительным баком.

- проверить правильность установки предохранительного клапана (в вертикальное или горизонтальное положение) согласно техническим данным клапана;

- проверить, чтобы направление движения рабочей среды в системе совпадало с направлением стрелки на корпусе предохранительного клапана;

- уточнить соразмерность диаметра трубопровода с диаметром предохранительного клапана на участке от места присоединения к системе (емкости) до предохранительного клапана. Диаметры подводящего трубопровода и присоединительного патрубка предохранительного клапана не должны отличаться более чем на ± 1 диаметр.

7.4.3 Предохранительный клапан должен иметь отводящий трубопровод для сброса рабочей среды.

7.4.4 Давление жидкости в отводящем трубопроводе не должно превышать

давления рабочей жидкости в подводящем трубопроводе.

7.4.5 Запрещается установка запорной арматуры на отводящем трубопроводе предохранительного клапана.

7.4.6 Запрещается установка запорной арматуры и устройств отбора рабочей среды на трубопроводе, подводящем рабочую среду к предохранительному клапану.

7.4.7 Испытание предохранительного клапана выполняют с целью проверки срабатывания (открытия) предохранительного клапана при создании максимально допустимого давления в системе ТХС путем его кратковременного повышения в месте расположения предохранительного клапана.

7.4.8 Предохранительный клапан считается выдержавшим испытание, если при превышении максимально допустимого значения давления в системе клапан автоматически открывается, и при снижении давления в системе до максимально допустимого значения автоматически закрывается.

7.4.9 Наладка предохранительного клапана производится строго по инструкции завода-изготовителя.

7.4.10 Предохранительный клапан, имеющий заводскую настройку и пломбу, наладке не подлежит.

7.5 Теплообменник

7.5.1 В качестве теплообменника для систем ТХС, в основном, применяют пластинчатый теплообменник.

7.5.2 Пластинчатый теплообменник (далее – ПТО), поставляемый на место монтажа, должен иметь технический паспорт с гарантийными обязательствами, инструкцию завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации, сертификат соответствия.

7.5.3 Наладка работы ПТО заключается в обеспечении приведенных в исполнительной документации значений температуры и давлений жидкостей на входе (выходе) ПТО, необходимых для обеспечения параметров работы системы в соответствии с исполнительной документацией.

7.5.4 Перед испытанием пластинчатого теплообменника необходимо:

- проверить соответствие монтажа ПТО требованиям исполнительной документации;

- проверить соответствие технических характеристик, имеющихся на шильде и в паспорте теплообменника, данным исполнительной документации;

- ознакомиться с инструкцией завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации ПТО;

- проверить горизонтальность установки ПТО (с помощью уровня) и размер зоны обслуживания ПТО (не менее 1,0 м);

- проверить правильность установки ПТО, при этом соединительные фланцы трубопроводов, подлежащие присоединению со стороны подвижной (прижимной) плиты, должны быть установлены с поворотом от направляющих пластин, чтобы прижимная плита могла быть отодвинута к задней стойке до отказа;

- проверить трубопроводы, присоединенные к прижимной плите, которые должны иметь съемные отводы или разборные участки для обеспечения возможности демонтажа ПТО;

- проверить размер пакета пластин ПТО;

- убедиться, что монтаж всех соединений труб и арматуры произведен в соответствии с исполнительной документацией; нагревающая (охлаждающая) сторона (далее – сторона 1) и нагреваемая (охлаждаемая) сторона (далее – сторона 2) ПТО заполнены жидкостью и находятся под давлением, в соединениях отсутствует подтекание жидкости;

- проверить наличие акта гидростатических или манометрических испытаний на герметичность сети трубопроводов, подсоединенных к ПТО;

- проверить наличие, исправность и пригодность применения контрольно-измерительных приборов (манометров и термометров) на входах и выходах сторон 1 и сторон 2;

- проверить работоспособность всей запорно-регулирующей арматуры и вентилей для выпуска воздуха (открытие-закрытие).

7.5.5 Испытание ПТО осуществляют в следующей последовательности:

- закрыть запорные вентили на входах стороны 1 и стороны 2;

- полностью открыть запорные вентили на выходах стороны 1 и стороны 2;

- открыть воздуховыпускные вентили на стороне 1 и стороне 2;

- включить насосы на стороне 1 и стороне 2;

- постепенно открыть запорные вентили на входах стороны 1 и стороны 2, не создавая резкого повышения давления в системе;

- проконтролировать величину давления на входах и выходах, не допуская на выходах максимального значения рабочего давления (сторона 1 и сторона 2), указанного на шильде ПТО;

Примечание – В случае, когда максимальное давление на выходе насоса превышает максимальное рабочее давление на входе, необходимо устанавливать дросселирующее устройство на входе.

- удалить воздух из системы до появления жидкости, закрыть воздуховыпускные вентили на стороне 1 и стороне 2;

- измерить расходы жидкостей на входах и выходах стороны 1 и стороны 2;

- измерить температуры жидкостей на входах и выходах стороны 1 и стороны 2;

- зафиксировать (по показаниям манометров) давления жидкостей на входах и выходах стороны 1 и стороны 2.

7.5.6 Определить потери давления жидкости в системах ТХС по стороне 1 и стороне 2. Разность измеренных и расчетных значений потерь должна быть не более 0,5 отдельно по каждой стороне.

Превышение разности измеренных и расчетных потерь по стороне 1 и (или) по стороне 2 значения 0,5 свидетельствует о повышенной загрязненности пластин ПТО, о чем составляется акт и передается заказчику.

7.5.7 Определить производительность ПТО Q_{nmo}, кВт, отдельно по каждой стороне, используя параметры, измеренные в 7.5.5:

$$Q_{nmo} = c_{p\,nmo} \cdot v_{nmo} \cdot G_{nmo} \cdot (t_{nmo\,1} - t_{nmo\,2}) , \qquad (9)$$

где $c_{p\,nmo}$ – удельная теплоемкость жидкости по стороне 1 (по стороне 2), кДж/(кг·°С);

$v_{nто}$ – объемная масса жидкости по стороне 1 (по стороне 2), кг/м^3;

$G_{nто}$ – расход жидкости по стороне 1 (по стороне 2), м^3/с;

$t_{nто\ 1}$ – температура жидкости на выходе стороны 1 (на входе стороны 2), °С;

$t_{nто\ 2}$ – температура жидкости на входе стороны 1 (на выходе стороны 2), °С.

7.5.8 Расхождение между полученным значением производительности ПТО $Q_{nто}$, и значением производительности ПТО $Q_{расч.\ nто}$, рассчитанным по техническим параметрам, указанным в паспорте ПТО, отдельно по стороне 1 и стороне 2, не должно превышать 10 %.

7.5.9 В случае, если расхождение между значениями $Q_{nто}$ и $Q_{расч.\ nто}$ отдельно по стороне 1 и стороне 2, превышает 10 %, составляется акт и передается заказчику.

7.5.10 Нормальная работа ПТО характеризуется:

- отсутствием посторонних стуков, шумов, повышенной вибрации;

- отсутствием значительных колебаний стрелок манометров;

- отсутствием утечки и подтекания жидкости;

- стабильным поддержанием приведенных в рабочей документации значений температуры и давления жидкостей на выходах ПТО.

7.5.11 Основные причины возможных неисправностей и алгоритм их выявления и устранения для конкретного ПТО приводятся в инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации ПТО.

7.5.12 Пластинчатый теплообменник, отработавший непрерывно в течение 4 ч, без подтекания жидкостей в пакете пластин и соединениях, считается выдержавшим испытание. По окончании испытания составляется акт индивидуального испытания оборудования (приложение В).

7.6 Градирня

7.6.1 Одним из устройств для охлаждения жидкости в конденсаторе холодильной установки (машины) могут быть градирни вентиляторные открытые или закрытые (далее – градирня).

7.6.2 Градирня, поставляемая на место монтажа, должна иметь технический

паспорт с гарантийными обязательствами, инструкцию завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации, сертификат соответствия.

7.6.3 Наладка работы градирни заключается в обеспечении проектной производительности градирни, достаточной для обеспечения параметров работы конденсатора холодильной установки (машины).

7.6.4 Перед испытанием градирни необходимо:

- проверить соответствие монтажа градирни требованиям исполнительной документации;

- проверить соответствие технических характеристик, имеющихся на шильде и в паспорте установки, данным исполнительной документации.

7.6.5 До испытания градирни необходимо:

- ознакомиться с инструкцией завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации градирни;

- проверить горизонтальность установки градирни с точностью до 0,5 мм на 1 м по всей длине и ширине градирни (с помощью уровня) и зоны обслуживания градирни (не менее 1,0 м);

- проверить, что монтаж всех подсоединений труб и арматуры к градирне закончен;

- проверить наличие, исправность и пригодность применения контрольно-измерительных приборов;

- проверить наличие полного количества установленных форсунок, пакета каплеотделителей, пакета оросителей;

- проверить чистоту водяного бака, воздухозаборных сеток вентиляторов, каплеотделителей, оросителей, наружной поверхности секции теплообмена (для градирен закрытого типа), водяного фильтра;

- проверить, что рабочее колесо каждого вентилятора свободно вращается, прокрутив его вручную;

- проверить и при необходимости отрегулировать натяжение ремня вентилятора;

Примечание – Прогиб на свободной длине ремня должен быть не более 10 мм на 1 м свободной длины ремня.

- проверить наличие поплавкового клапана на входном водопроводе градирни и убедиться, что он свободно открывается и закрывается;

- проверить наличие акта гидростатических или манометрических испытаний на герметичность сетей трубопроводов подпитки и охлаждаемой воды;

- проверить, что в соединениях отсутствует подтекание жидкости, а трубопроводы находятся под давлением жидкости;

- проверить работоспособность всей запорно-регулирующей арматуры и вентилей для выпуска воздуха (кратковременно открыть-закрыть);

- проверить наличие заземления электродвигателей насоса и вентилятора (вентиляторов);

- в щите управления и автоматики градирни, насоса (при отключенном электропитании, т.е. главный выключатель должен быть в положении «Выкл.») проверить: очередность фаз на вводе; затяжку клеммных соединений; условия контакта пускателей; техническое состояние управляющего контроллера.

7.6.6 Испытание градирни следует выполнять в следующей последовательности:

- открыть запорный вентиль на трубопроводе заполнения и подпитки водой градирни, заполнить бак градирни водой из водопровода до уровня перелива;

- установить поплавковый подпиточный клапан таким образом, чтобы он закрывался, когда поплавок находится примерно на 13 мм ниже уровня перелива;

- открыть запорный вентиль на трубопроводе охлаждаемой воды;

- проверить наличие электропитания насоса и вентилятора, при этом главный сетевой выключатель градирни должен быть в положении «Вкл.»;

- установить на щите автоматики переключатель работы градирни в «местное» управление;

- включить насос кнопкой «пуск» на щите автоматики;

Примечание – Направление вращения электродвигателя насоса должно совпадать с на-

правлением стрелки на корпусе электродвигателя.

- проверить равномерность распределения струй воды из форсунок;

- включить вентилятор кнопкой «пуск» на щите автоматики;

Примечание – Направление вращения элктродвигателя вентилятора должно совпадать с направлением стрелки на корпусе электродвигателя.

- во всех фазовых линиях замерить силу тока, которая не должна превышать значений, указанных на шильде электрических характеристик насоса и вентилятора;

- проверить асимметрию фаз электропитания (по напряжению – не более 3 %, по силе тока – не более 10 %);

- проверить давление воды перед форсунками, оно не должно превышать величины давления, указанной в паспортных данных градирни или на шильде.

Примечания

1 В случае, когда максимальное давление насоса на выходе превышает величину давления воды перед форсунками, необходимо устанавливать дросселирующее устройство на входном патрубке водораспределительного коллектора.

2 В случае, когда давление насоса на выходе меньше паспортной величины давления воды перед форсунками более чем на 10 %, составляется Акт и передается заказчику.

7.6.7 При работе градирни, сблокированной с холодильной установкой (машиной), следует:

- перевести в дистанционное управление переключатели работы градирни – на пульте управления градирни, циркуляционного насоса конденсаторного контура холодильной установки (машины) – на пульте управления циркуляционного насоса;

- включить главный сетевой выключатель для пуска холодильной установки (машины);

- измерить после выхода на проектный режим работы холодильной установки (машины) значения расхода и температуры охлаждаемой воды на входах и выходах градирни;

- определить по показаниям манометров значения давления охлаждаемой воды на входах и выходах градирни;

- проверить, что температура охлажденной воды снизилась на 3 °С – 4 °С;

- измерить значение расхода подпиточной воды (по времени заполнения мерной емкости) и при необходимости отрегулировать скорость перелива с помощью поплавкового подпиточного клапана.

Примечание – Расход подпиточной воды градирни на испарение и потери через каплеотделители не должен превышать 1 % от расхода охлаждаемой воды.

7.6.8 Определяют производительность градирни $Q_{\text{град.}}$, кВт:

$$Q_{\text{град.}} = c_{\text{р град}} \cdot v_{\text{град}} \cdot G_{\text{град}} \cdot (t_{1\text{град}} - t_{2\text{град}}), \qquad (10)$$

где $c_{\text{р град}}$ – удельная теплоемкость охлаждаемой воды, кДж/(кг·°С);

$v_{\text{град}}$ – объемная масса охлаждаемой воды, кг/м^3;

$G_{\text{град}}$ – расход охлаждаемой воды, м^3/с;

$t_{1\text{град}}$ – температура охлаждаемой воды на входе, °С;

$t_{2\text{град}}$ – температура охлаждаемой воды на выходе, °С.

7.6.9 Расхождение между полученным значением производительности градирни $Q_{\text{град.}}$ и значением производительности градирни, указанным в паспорте, $Q_{\text{пасп. град}}$ не должно превышать 10 %.

7.6.10 В случае, если расхождение между значениями $Q_{\text{град.}}$ и $Q_{\text{пасп. град.}}$ превышает 10 %, составляется акт и передается заказчику.

7.6.11 Градирня, непрерывно отработавшая без аварийных отключений в течение 4 ч, считается выдержавшей испытание. По окончании испытания составляется акт индивидуального испытания оборудования (приложение В).

7.6.12 Оптимальная работа градирни характеризуется:

- отсутствием посторонних стуков, шумов, повышенной вибрации;

- отсутствием значительных колебаний стрелок манометров, отсутствием искрения в контактах датчиков-реле и магнитного пускателя;

- отсутствием утечки и подтекания холодоносителя (жидкости);

- отсутствием уноса воды с градирни более 1 % от расхода охлаждаемой воды;

- поддержанием значений температуры и давления охлаждаемой жидкости на выходе из градирни в пределах, указанных в исполнительной документации.

7.6.13 При возникновении возможных неисправностей в работе градирни, их устранение следует осуществлять в соответствии с инструкцией завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации градирни.

7.7 Охладитель жидкости сухого типа (драйкулер)

7.7.1 Одним из устройств для охлаждения жидкости конденсатора холодильной установки (машины) может быть охладитель жидкости (драйкулер).

7.7.2 Охладитель жидкости (драйкулер) (далее – охладитель), поставляемый на место монтажа, должен иметь технический паспорт с гарантийными обязательствами, инструкцию завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации, сертификат соответствия.

7.7.3 Перед испытанием охладителя необходимо:

- проверить соответствие монтажа охладителя требованиям исполнительной документации;

- проверить соответствие технических характеристик, имеющихся на шильде и в паспорте холодильной установки, данным исполнительной документации;

- ознакомиться с инструкцией завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации охладителя;

- проверить горизонтальность установки охладителя (с помощью уровня) и размер зоны обслуживания (не менее 1,0 м);

- проверить наличие, исправность и пригодность применения контрольно-измерительных приборов;

- убедиться в том, что монтаж всех подсоединений закончен, теплообменник охладителя промыт и заполнен жидкостью;

- проверить наличие акта гидростатических или манометрических испытаний на герметичность сети трубопроводов конденсаторного контура;

- проверить, что в соединениях отсутствует подтекание жидкости, а трубопроводы находятся под давлением жидкости;

- проверить работоспособность всей запорно-регулирующей арматуры и вен-

тилей для выпуска воздуха (кратковременно открыть-закрыть);

- проверить чистоту наружной поверхности секции теплообменника охладителя, при необходимости очистить;

- проверить состояние вентилятора охладителя и защитной сетки;

- проверить наличие заземления электродвигателей вентилятора;

- в щите управления и автоматики охладителя при отключенном электропитании (главный выключатель должен быть в положении «Выкл.») проверить: очередность фаз на вводе; затяжку клеммных соединений; условия контакта пускателей; техническое состояние управляющего контроллера.

Примечание – Как правило, в конденсаторном контуре «холодильная установка (машина) – охладитель» циркулирует незамерзающий водный раствор этилен(пропилен)гликоля.

Концентрация водного раствора этилен(пропилен)гликоля определяется в соответствии с температурой наружного воздуха наиболее холодных суток (с обеспеченностью 0,98 согласно Таблице 1 СП 131.13330) в месте расположения охладителя.

7.7.4 Испытание охладителя следует осуществлять в следующей последовательности:

- открыть запорно-регулирующую арматуру на входных и выходных трубопроводах охладителя конденсаторного контура;

- открыть воздуховыпускные вентили, удалить воздух из охладителя (до появления жидкости), закрыть воздуховыпускные вентили;

- проверить наличие электропитания циркуляционного насоса конденсаторного контура и вентилятора (вентиляторов) охладителя (главные сетевые выключатели должны быть в положении «Вкл.»);

- установить переключатель работы охладителя в «местное» управление на щите управления и автоматики;

- включить вентилятор (вентиляторы) кнопкой «пуск» на щите автоматики охладителя;

- проверить правильность направления вращения вентилятора (вентиляторов), по движению потока воздуха, который должен проходить равномерно через всю наружную поверхность секции теплообменника;

- включить циркуляционный насос конденсаторного контура кнопкой «пуск» на щите автоматики насоса;

- проверить направление вращения электродвигателя циркуляционного насоса по стрелке на корпусе;

- измерить силу тока во всех фазовых линиях, которая не должна превышать значений, указанных в таблице электрических характеристик циркуляционного насоса и вентилятора (вентиляторов);

- проверить асимметрию фаз электропитания: по напряжению она должна быть не более 3 %, по силе тока – не более 10 %;

- проверить значение рабочего давления охладителя, которое не должно превышать максимальное рабочее давление, указанное на шильде;

Примечание – В случае, когда максимальное давление на выходе циркуляционного насоса превышает максимальное рабочее давление на входе охладителя, необходимо устанавливать дросселирующее устройство на входе охладителя.

- определить значения давления жидкости на входе и выходе охладителя по показаниям манометров;

- определить величину потерь давления жидкости в охладителе;

- определить разницу между величиной потери давления жидкости в охладителе и величиной, указанной в технической документации на охладитель;

Примечание – Разница между величиной потери давления жидкости в охладителе и величиной, указанной в технической документации на охладитель, не должна превышать 50 кПа (0,5 бар).

Если разница превышает 50 кПа (0,5 бар), это свидетельствует о повышенной загрязненности внутренней поверхности трубок охладителя, о чем составляется акт и передается заказчику.

- визуально проверить отсутствие протечек жидкости в секции теплообменника.

7.7.5 При работе охладителя, сблокированного с холодильной установкой (машиной), следует:

- перевести на щитах автоматики переключатели работы циркуляционного насоса конденсаторного контура холодильной установки (машины) и охладителя в

дистанционное управление;

- включить главный сетевой выключатель для запуска холодильной установки (машины);

- по сигналу блок управления холодильной установки (машины) включить охладитель и циркуляционный насос конденсаторного контура;

- после достижения режима, указанного в исполнительной документации, измерить значения расходов и температуры жидкости на входе и выходе охладителя;

- определить по показаниям манометров значение давления жидкости на входе и выходе охладителя;

- проверить температуру жидкости на выходе охладителя, которая должна быть ниже температуры жидкости на входе охладителя на величину от 4 °С до 5 °С (в режиме работы холодильной установки (машины) со 100 % нагрузкой).

7.7.6 Производительность охладителя $Q_{охл}$, кВт, определяют с использованием измеренных 7.7.5 параметров по формуле

$$Q_{охл} = c_{р\,охл} \cdot v_{охл} \cdot G_{охл} \cdot (t_{охл1} - t_{охл2}) \ , \qquad (11)$$

где $c_{р\,охл}$ – удельная теплоемкость охлаждаемой жидкости, кДж/(кг·°С);

$v_{охл}$ – объемная масса охлаждаемой жидкости, кг/м^3;

$G_{охл}$ – расход охлаждаемой жидкости, м^3/с;

$t_{охл1}$ – температура охлаждаемой жидкости на входе, °С;

$t_{охл2}$ – температура охлаждаемой жидкости на выходе, °С.

7.7.7 Рассчитывают производительность охладителя $Q_{расч.\,охл.}$, кВт, с использованием паспортных параметров, после чего определяют разницу значений производительности охладителя:

$$\Delta Q_{охл.} = Q_{расч.\,охл.} - Q_{охл.} \ . \qquad (12)$$

Разница $\Delta Q_{охл}$ должна быть не более 10 %.

7.7.8 Регулировка работы охладителя заключается в обеспечении расчетной производительности охладителя, достаточной для обеспечения параметров работы конденсатора холодильной установки (машины).

7.7.9 Оптимальная работа охладителя характеризуется:

- отсутствием посторонних стуков, шумов, повышенной вибрации;

- отсутствием постоянных колебаний стрелок манометров, отсутствием искрения в контактах датчиков-реле и магнитного пускателя;

- отсутствием протечки жидкости в оборудовании и трубопроводах;

- стабильным поддержанием расчетных значений температуры и давления охлаждаемой жидкости на выходе охладителя.

7.7.10 Основные причины возможных неисправностей и алгоритм их выявления и устранения для конкретного охладителя приводятся в инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации.

7.7.11 Охладитель, работавший непрерывно в течение 6 ч без аварийных отключений, считается выдержавшим испытание.

7.7.12 По окончании испытания составляется акт индивидуального испытания оборудования (приложение В).

7.8 Регулирующий клапан теплообменника

7.8.1 Наладка регулирующего клапана теплообменника (далее – клапана) выполняется в целях определения статической характеристики, максимальной пропускной способности клапана и обеспечения требуемых технических характеристик процесса регулирования давления при его перепаде.

7.8.2 Испытание клапана следует выполнять после наладки воздухонагревателя (воздухоохладителя) и регулирования трубопроводной сети системы.

7.8.3 Перед испытанием клапана необходимо:

- определить тип клапана и его паспортные характеристики (D_y, K_v, P_y, T_{max} и т.д.);

- выполнить ревизию клапана;

- проверить легкость хода затвора клапана;

- закрыть обвод клапана по теплохолодоносителю;

- установить термометры при наличии гильз на трубопроводах;

- подключить к электропитанию исполнительный механизм клапана при от-

сутствии ручного привода;

- установить клапан в положение «открыто».

7.8.4 Испытания клапана следует проводить в следующей очередности:

- измерить давления P_1 и P_2, кПа, по манометрам, установленным в подающем и обратном трубопроводах сети или в коллекторах теплового ввода;

- определить перепад давлений в системах;

- определить перепад давлений на клапане ΔP_0, кПа, по формуле

$$\Delta P_0 = P_1 = P_2 - 9{,}81 \cdot \Delta h, \qquad (13)$$

где Δh – разность уровней установки манометров относительно отметки пола, м;

- открыть клапан, зафиксировать максимальное положение штока клапана h_{I}, мм;

- закрыть клапан, зафиксировать минимальное положение штока клапана h_{II}, мм;

- определить величину полного хода рабочего органа клапана $h_{макс}$, мм, по формуле

$$h_{макс} = h_{\text{I}} - h_{\text{II}}. \qquad (14)$$

Примечание – Величину полного хода рабочего органа по данным испытания сравнивают с техническими характеристиками, при отличии более чем на 15 % выполняют ревизию клапана.

7.8.5 Расход теплохолодоносителя определяют следующими способами:

- заполнением мерных резервуаров с отсчетом времени заполнения;

- взвешиванием с отсчетом времени заполнения;

- измерениями с помощью водомера;

- измерениями с помощью измерительной диафрагмы с подключенным к ней дифференциальным манометром;

- пересчетом теплового баланса теплообменника.

7.8.6 Расход теплохолодоносителя измеряют с помощью мерных резервуаров по градуированным указателями уровня, которыми снабжаются мерные резервуары. Малые количества жидкости можно измерять в калиброванных емкостях.

7.8.7 Определение мерного отверстия диафрагмы для измерения расхода воды при наладке или испытаниях теплообменников, использующих воду в качестве теп-

лохолодоносителя, с достаточной точностью можно производить по графикам, приведенным в ПОРТ М-015-2000 [6].

Расход воды через измерительную диафрагму L, м^3/с, определяют с помощью дифференциального манометра (по перепаду давления).

7.8.8 Для проверки работоспособности клапана определяют рабочий ход клапана и диапазон изменения расхода воды. Если расчетный расход теплохолодоносителя достигается при полном открытии, качество регулирования следует считать приемлемым; если для регулирования используется не более 50 % рабочего хода клапана, следует изменить расчетный перепад давления или сменить клапан.

7.8.9 Расход теплохолодоносителя, перепад давления на клапане и теплоотдача теплообменника взаимосвязаны и определяются температурным критерием.

7.8.10 Для определения температурного критерия при максимальной пропускной способности клапана следует:

- полностью открыть клапан;
- измерить температуры воздуха до и после теплообменника, t_1 и t_2, °С;
- измерить температуры теплохолодоносителя T_1 и T_2, °С;
- определить температурный критерий по формуле

$$Y = \frac{(t_2 - t_1)}{(T_1 - t_1)} \ ; \qquad (15)$$

- определить отношение водяных эквивалентов воздуха и теплохолодоносителя по формуле

$$W = \frac{(t_2 - t_1)}{(T_1 - T_2)} \ ; \qquad (16)$$

- определить максимальную пропускную способность клапана $W_{макс}$, кг/с, по формуле

$$W_{макс} = G \cdot W \ , \qquad (17)$$

где G – расход теплохолодоносителя, кг/с.

7.8.11 Максимальную пропускную способность клапана $W_{макс}$ по данным испытания сравнивают с расчетной пропускной способностью $W_р$. Если отличие от расчетного значения составляет 10 % и более, то необходимо выполнить ремонт

клапана или заменить клапан.

7.8.12 Если пропускная способность клапана соответствует требуемым условиям, выполнить аналогичные испытания на четырех промежуточных положениях клапана, отмечая положения хода рабочего органа клапана h_1,..., h_4, мм.

7.8.13 Результаты испытаний представляют в виде формул:

$$\bar{h} = h_i / h_{\text{макс}} , \quad (18)$$

$$\bar{Y}_i = Y_i / Y_{\text{макс}} , \quad (19)$$

где i =1,..., 4.

По результатам испытаний строят статическую характеристику клапана в координатах $\bar{Y}$ и $\bar{h}$.

7.8.14 По статической характеристике определяют диапазон рабочего клапана Δh (диапазон регулировки клапана), обеспечивающий настройку регулятора.

7.9 Термостатический вентиль

7.9.1 Наладку термостатических вентилей следует выполнять после осуществления гидравлического регулирования систем. Типы термостатических вентилей и варианты размещения датчиков приведены на рисунке 7.4.

7.9.2 До наладки термостатического вентиля следует проверить место установки чувствительного элемента датчика, которое характеризуется средним значением температуры в помещении, измеряемой в трех и более точках рабочей зоны.

7.9.3 Наладка термостатического вентиля включает:

- экспериментальное определение характеристики вентиля;

- проверку устойчивости регулятора;

- расчет параметров качества регулирования, критерий термостатического вентиля и авторитет клапана.

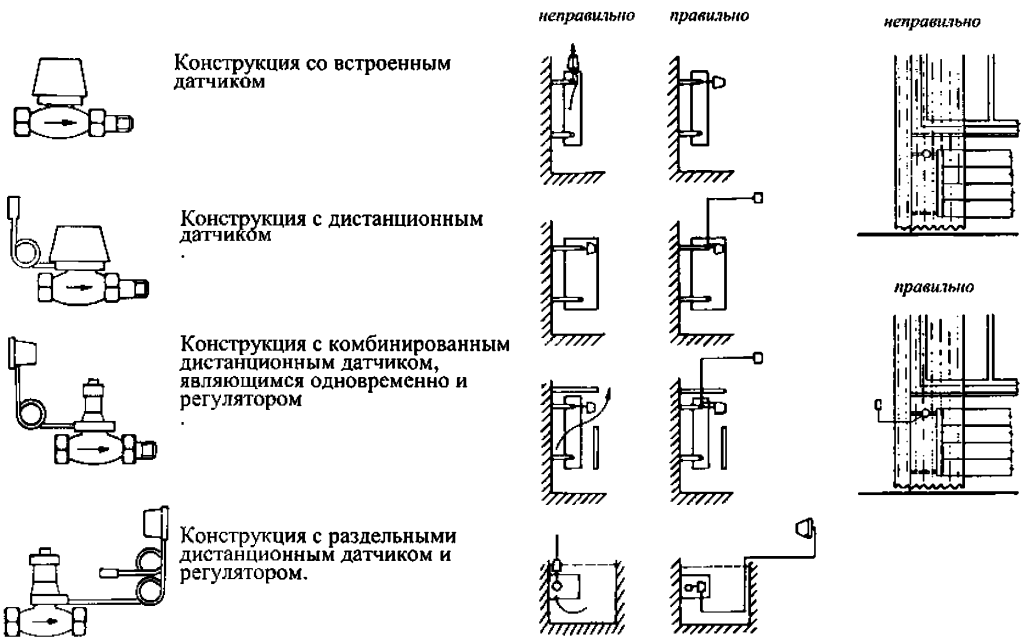


Рисунок 7.4 – Типы конструкции термостатического вентиля и варианты размещения датчика

7.9.4 Характеристика термостатического вентиля при постоянной разности давлений на вентиле (0,1 кПа), представленная на рисунке 7.5, является нелинейной кривой с областью пропорциональности (область П), в которой задается рассогласование.

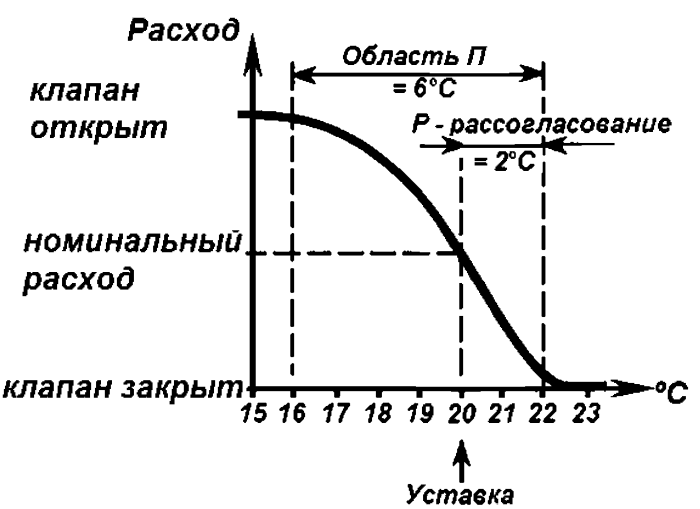


Рисунок 7.5 – Характеристика термостатического вентиля

Для термостатического вентиля качество регулирования определяется областью Р-рассогласования, в которой сосредоточена активная работа вентиля.

На рисунке 7.5 регулятор термостатического вентиля имеет Р-рассогласование, равное 2 °С.

Величина Р-рассогласования должна учитываться при испытании и регулировке трубопроводных сетей отопления и ТХС.

Если Р-рассогласование установлено более 3 °С, температура в помещении может превышать установленное значение.

Если Р-рассогласование установлено менее 1 °С, процесс регулирования может стать неустойчивым.

7.9.5 Термостатические вентили подразделяются на серии с различными техническими данными и различными способами их накладки.

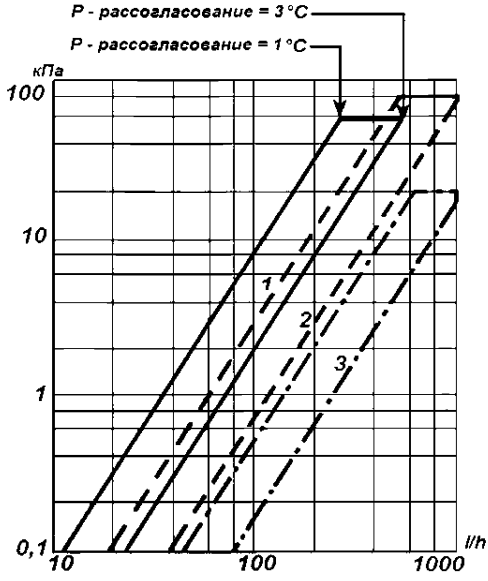
На рисунке 7.6 представлены вентили трех разных серий с одинаковым условным проходом D_v и одинаковым расходом жидкости:

- серия 1 – для повышенного падения напора (вводимые в эксплуатацию системы и др.);

- серия 2 – для среднего падения напора (модернизация эксплуатируемых систем и др.);

- серия 3 – для малого падения напора (реконструкция гравитационных систем и др.).

Если в процессе наладки не обеспечивается качество регулирования, целесообразно заменить серию вентиля (1, 2, 3).



l – текущее значение хода клапана; *h* – общая длина хода клапана

Рисунок 7.6 – Характеристики термостатических вентилей трех серий с одинаковым условным проходом

7.9.6 Критерий (авторитет) P_V термостатического вентиля рассчитывается по формуле

$$P_V = \frac{\Delta p_{V100}}{\Delta p_{V100} + \Delta p_{var100}} = \frac{\Delta p_{V100}}{\Delta p_{V0}}, \quad (20)$$

где Δp_{V100} – разность давлений на открытом термостатическом вентиле при номинальном расходе, Па;

Δp_{V0} – разность давлений на закрытом термостатическом вентиле, Па;

Δp_{var100} – разность давлений на участке с переменным расходом, на который распространяется действие термостатического вентиля, Па.

Для обеспечения качества регулирования необходимо обеспечить оптимальный авторитет клапана. Если авторитет клапана чрезмерно высок, возникает опасность, что отопительные приборы будут влиять друг на друга.

7.9.7 На рисунке 7.7 представлены схемы расчета авторитета клапана для двух типичных систем. На схеме *а* давление поддерживается на постоянном уров-

не с помощью регулятора перепада давления. На схеме *б* регулирование давления осуществляется с помощью регуляторов напора, установленных в каждом стояке. Сплошной жирной линией выделен участок с переменным расходом, определяемым термостатическим вентилем с наибольшим сопротивлением. При всех закрытых термостатических вентилях разность давлений на каждом вентиле Δp_{V0} будет равна разности давлений Δp_0, которая поддерживается регулятором напора: $\Delta p_{V0} = \Delta p_0 = const$.

Расчет авторитета клапана P_V проводят по формуле

$$P_V = \frac{\Delta p_{V100}}{\Delta p_{V100} + \Delta p_{var\,100}} = \frac{\Delta p_{V100}}{\Delta p_{V0}} = \frac{\Delta p_{V100}}{\Delta p_0}. \qquad (21)$$

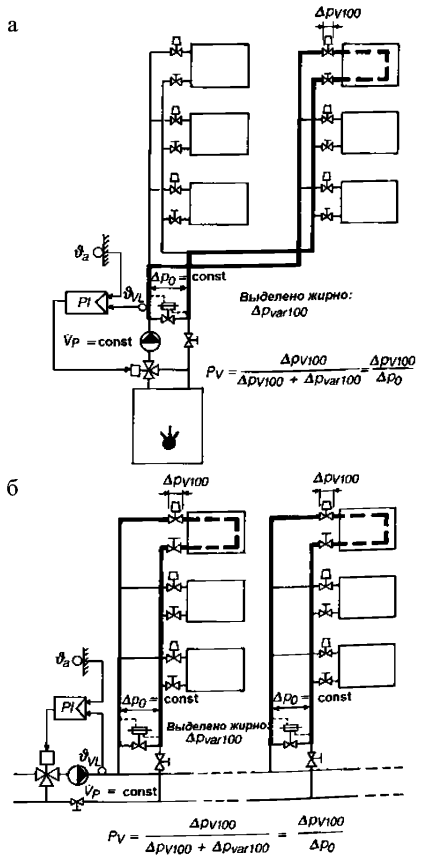


Рисунок 7.7 – Расчет авторитета клапана на примере 2-х систем

7.9.8 С целью гидравлического уравновешивания отопительного прибора в пределах системы рекомендуется выполнить установку дополнительного гидравлического сопротивления на обратном трубопроводе (диафрагма, балансировочный вентиль и т.д.) или обеспечить гидравлическое сопротивление за счет регулируемого ограничения хода термостатического клапана.

На рисунке 7.8 показана деформация кривой открытия для случая регулировки через дополнительное гидравлическое сопротивление (при разных значениях авторитета клапана).

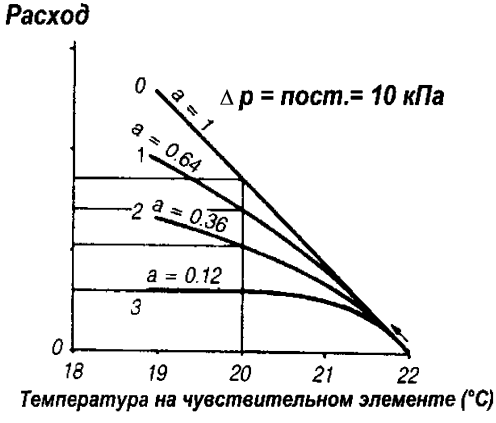


Рисунок 7.8 – Характеристики открытия термостатического вентиля с регулировкой через дополнительное гидравлическое сопротивление при различных настройках (кривые 0, 1, 2, 3)

На рисунке 7.8 параметр а – доля авторитета клапана в составе регулируемого поперечного сечения.

На рисунке 7.9 показано изменение расхода теплохолодоносителя при регулировке путем ограничения хода клапана. Ограничение расхода до величины номинального нецелесообразно, т.к. в регуляторе всегда должна быть возможность корректировки в сторону увеличения.

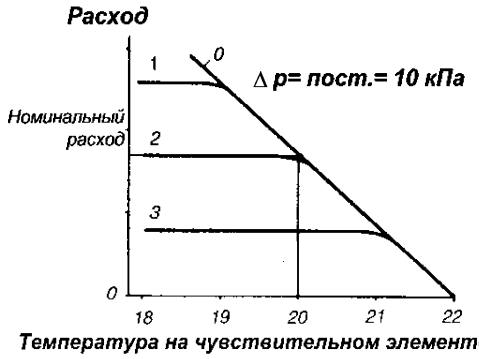


Рисунок 7.9 – Характеристики открытия термостатического вентиля с регулировкой путем ограничения хода при различных настройках (кривые 0, 1, 2, 3)

7.9.9 По характеристике (рисунок 7.9) определяют рабочий диапазон регулировки клапана и проверяют соответствие его характеристики настройке регулятора.

7.9.10 После наладки термостатического вентиля следует измерить температуру помещения и указать данные настройки регулятора. Результаты измерений оформляют в таблице технического отчета в соответствии с разделом 12.

7.10 Регулирование трубопроводной сети систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

7.10.1 До выполнения регулирования трубопроводной сети систем отопления и теплохолодоснабжения (ТХС) необходимо ознакомиться с исполнительной документацией, техническими инструкциями на установленные фильтры, обратные клапаны, задвижки, вентили и регулирующие устройства (клапаны, регуляторы перепада давления, балансировочные вентили и т.д.).

7.10.2 Перед регулированием трубопроводной сети систем отопления и ТХС следует:

- убедиться, что имеются акт гидростатических или манометрических испытаний на герметичность трубопроводной сети (приложение Г СП 73.13330) и акт индивидуального испытания насосной установки трубопроводной сети систем отопления и ТХС (приложение В), трубопроводы находятся под давлением тепло-

холодоносителя (жидкости), равным гидростатическому давлению;

- указать на исполнительной схеме трубопроводной сети систем отопления и ТХС расходы теплохолодоносителя (жидкости) по участкам сети и по потребителям (по данным исполнительной документации);

- проверить правильность монтажа трубопроводов и установки запорно-регулирующих устройств;

- установить в открытое положение все регулирующие устройства на трубопроводной сети систем отопления и ТХС.

7.10.3 После пуска насосной установки трубопроводной сети систем отопления и ТХС следует выполнить измерение расходов и давлений теплохолодоносителя (жидкости) по трубопроводной сети системы ТХС и сравнить их с данными исполнительной документации.

Если величина невязки расходов теплохолодоносителя (жидкости) между данными исполнительной документации и измеренными значениями расходов теплохолодоносителя (жидкости) превышает 10 %, то требуется выполнить регулирование трубопроводной сети систем отопления и ТХС.

7.10.4 Регулирование трубопроводной сети систем отопления и ТХС следует производить в зависимости от уровня автоматизации системы, типа применяемых регуляторов, материала труб и т.д.

7.10.5 В трубопроводной сети систем отопления и ТХС могут применяться следующие методы регулирования:

- температурного перепада;

- предварительной настройки клапанов;

- пропорциональный;

- компенсационный;

- компьютерный.

7.10.6 Способы выполнения регулирования трубопроводной сети систем отопления и ТХС приведены в приложении Г.

7.10.7 Трубопроводная сеть систем отопления и ТХС считается гидравличес-

ки отрегулированной, если величина невязки расходов теплохолодоносителя (жидкости) между данными исполнительной документации и измеренными значениями расходов теплохолодоносителя (жидкости) не превышает 10 %.

7.10.8 Результаты регулирования и данные по расходам теплохолодоносителя (жидкости) трубопроводной сети систем отопления и ТХС указываются в паспорте системы (приложение Д) и в техническом отчете (приложение Е).

8 Наладка систем отопления

8.1 Целью наладки систем отопления является обеспечение требуемых исполнительной документацией температурных параметров воздуха в отапливаемых помещениях.

8.2 Перед наладкой системы отопления следует ознакомиться с исполнительной документацией, актами освидетельствования скрытых работ, актами промывки, актами гидростатических или манометрических испытаний на герметичность, актами индивидуальных испытаний основных устройств и узлов системы отопления.

8.3 До начала работ проводят визуальный осмотр смонтированной системы отопления и проверку соответствия монтажа системы отопления требованиям исполнительной документации, выявляют дефекты монтажа.

8.4 В процессе наладки выполняют весь комплекс работ или отдельные виды работ (в зависимости от технического состояния системы):

- обследование технического состояния системы;

- составление расчетной схемы системы;

- определение расходов теплоты и воды для расчетных параметров наружного воздуха;

- разработку мероприятий, необходимых для проведения регулирования системы;

- испытание системы;

- регулирование системы.

8.5 При обследовании технического состояния системы отопления следует:

- определить типы и количество установленных отопительных приборов;

- определить отметку верхней точки отопительной системы;

- определить состояние наружных и, при возможности, внутренних поверхностей отопительных приборов (в первую очередь приборов, в которых наблюдается недостаточный прогрев концевых секций), изоляции разводящих трубопроводов, строительных ограждений зданий (окон, фрамуг, ворот, и т.д.);

- проверить наличие воздухосборников и мест неорганизованного водозабора из систем отопления;

- определить расположения арматуры, контрольно-измерительных и регулирующих приборов.

8.5.1 По результатам обследования составляют перечень мероприятий, рекомендуемых к выполнению по упорядочению работы системы. В перечень включают рекомендации по:

- устранению выявленных при обследовании дефектов монтажа;

- очистке и промывке подогревателей, трубопроводов и нагревательных приборов системы отопления;

- устранению перемычек между подающим и обратным трубопроводами, установленных на период проведения гидравлических испытаний или установленных без соответствующих расчетов;

- установке недостающих контрольно-измерительных приборов (КИП) и запорно-регулировочной арматуры;

- установке недостающих воздухосборников;

- ремонту установленного оборудования и арматуры;

- утеплению зданий (остекление фонарей и окон, приведение в исправное состояние наружных дверей и пр.).

8.6 Составление расчетной схемы системы выполняется в соответствии с 8.6.1 и 8.6.2.

8.6.1 При составлении расчетной схемы необходимо:

а) указать схему системы отопления (однотрубная, двухтрубная и т.д.), расположение стояков (вертикальное, горизонтальное);

б) указать схему движения теплоносителя в разводящих магистралях (тупиковая, попутная) и т.д.;

в) определить схемы присоединения отопительных приборов к стоякам системы, а также схему движения воды в отопительных приборах и способ их установки;

г) установить тип отопительных приборов или определить (при отсутствии паспортных данных):

1) число секций – для чугунных радиаторов;

2) число панелей – для стальных штампованных радиаторов;

3) число проходных и концевых конвекторов, число и диаметр труб в конвекторе и длину оребренной части – для конвекторов с кожухами;

4) число конвекторов – для конвекторов без кожуха;

5) длину ребристых труб в одном горизонтальном ряду и число горизонтальных рядов – для ребристых труб;

6) диаметр труб, длину трубы в одном горизонтальном ряду и число горизонтальных рядов – для гладкотрубных радиаторов.

8.6.2 На расчетной схеме системы отопления указываются регулирующая арматура, балансировочные вентили, диаметры отверстий дроссельных диафрагм и их краткие характеристики и места установки.

8.7 Определение расходов теплоты и воды следует выполнять в соответствии с 8.7.1 – 8.7.5.

8.7.1 Расходы теплоты и воды для расчетных условий по отопительным системам жилых, общественных и административных зданий принимают по данным исполнительной документации.

8.7.2 Общий расход теплоты $Q_{ор}$, кВт, для расчетных условий по отопительным системам жилых, общественных и административных зданий при несоответствии выполненных монтажных работ рабочей документации, определяют по

СП 60.13330 или по укрупненным показателям, исходя из удельной тепловой характеристики и объема здания по формуле

$$Q_{ор} = q_о \cdot k_t \cdot V \cdot (t_{вн.р.} - t_{н.р.}) \cdot 10^{-3} \ , \qquad (22)$$

где $q_о$ – удельная отопительная характеристика здания, кВт/(м^3·°С), при разности температур $\Delta t_о$, °С, $\Delta t_о = t_{вн.р.} - t_{н.р.} = 18 - (-30) = 48$;

V – объем отапливаемой части здания по наружному обмеру, м^3;

$t_{вн.р.}$ – расчетная температура внутри отапливаемого здания, °С;

$t_{н.р.}$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С.

k_t – температурный коэффициент, определяемый выражением:

$$k_t = 0{,}54 + 22°С / (t_{вн.р.} - t_{н.р.}) \ . \qquad (23)$$

При проектировании системы отопления для температур наружного воздуха, отличных от 30 °С, коэффициент k_t принимают по таблице 2 (для жилых и общественных зданий).

Таблица 2

Температура наружного воздуха (расчетная для отопления), °С	- 10	- 15	- 20	- 25	- 30	- 35	- 40	- 45	- 50
k_t	1,45	1,29	1,17	1,08	1,00	0,95	0,90	0,85	0,82

8.7.3 Расход теплоты по отопительным системам производственных зданий определяют по поверхности нагрева установленных отопительных приборов в каждом помещении.

8.7.4 Расчетный расход теплоты $Q_р$, кВт, отопительного прибора определяют по формуле

$$Q_р = F_{пр} \cdot q \cdot 10^{-3} \ , \qquad (24)$$

где $F_{пр}$ – поверхность нагрева отопительного прибора, м^2;

q – плотность теплового потока, Вт/м^2.

8.7.5 Расчетные расходы воды $W_р$, кг/с, для отопительного прибора определяют по формуле

$$W_р = \frac{Q_р}{(T_{1р} - T_{2р}) c_w} \ , \qquad (25)$$

где $T_{1р} – T_{2р}$ – расчетные температуры горячей и обратной воды системы отопления, °С;

c_w = 4,187 кДж/(кг·°С); – теплоемкость воды.

8.8 Испытание системы отопления выполняются под полной нагрузкой в течение не менее 4 ч непрерывной работы.

Примечание – В процессе испытания системы отопления под нагрузкой регулирующие устройства сети трубопроводов при циркуляции воды через узлы регулирования должны быть полностью открыты.

8.9 Регулирование системы отопления следует выполнять в соответствии с 8.9.1 – 8.9.12.

8.9.1 Регулирование системы отопления производят в отопительный период после выполнения рекомендованных мероприятий и устранения всех дефектов системы.

8.9.2 Регулирование системы отопления и отдельных теплопотребляющих приборов выполняется с целью проверки соответствия измеренных расходов воды расчетным расходам (указанным в исполнительной документации).

8.9.3 Величину отклонения измеренного расхода воды от расчетного определяют по температурным перепадам воды в системе.

8.9.4 Относительный расход воды y определяют по формулам:

для безэлеваторного узла

$$y = \frac{(T_1 - T_2)\cdot(T_1^1 + T_2^1 - 2\cdot t_н)}{(T_1^1 - T_2^1)\cdot(T_1 + T_2 - 2\cdot t_н)}, \quad (26)$$

для узла с элеваторным и насосным узлами смещения

$$y = \frac{(T_1 - T_2)\cdot(T_3^1 + T_2^1 - 2\cdot t_н)}{(T_1^1 - T_2^1)\cdot(T_3 + T_2 - 2\cdot t_н)}, \quad (27)$$

где T_1, T_2, T_3 – температуры соответственно горячей, обратной и смешанной воды по расчетному графику исполнительной документации, °С;

T^1_1, T^1_2, T^1_3 – измеренные на узле температуры соответственно горячей, обратной и смешанной воды, °С (измерения следует производить при устойчивом режиме);

$t_н$ – температура наружного воздуха, при которой производили измерения, °С.

8.9.5 При неэффективной работе системы отопления, связанной с неудовлетворительной работой элеваторного узла, определяют коэффициент смешения элеваторного узла:

$$u_{\text{ф}} = \frac{T_1^1 - T_3^1}{T_3^1 - T_2^1} \quad . \tag{28}$$

Когда коэффициент смешения $u_{\text{ф}}$ ниже расчетного (указанного в исполнительной документации), необходимо произвести ревизию элеватора: проверить качество обработки камеры смешения, соосность корпуса элеватора с соплом, проверить внутреннюю конусность сопла элеватора, уточнить расстояние от конца сопла до входа в камеру смешения, оптимальное расстояние составляет 1,5 $d_{\text{с}}$ или 3,8 $d_{\text{с}}$ ($d_{\text{с}}$ – диаметр сопла).

После ревизии элеватора и обеспечения коэффициента смешения, равного расчетному, определяют коэффициент y, проверяют прогрев помещений и, при необходимости, корректируют диаметр сопла элеватора.

8.9.6 Скорректированный диаметр сопла элеватора $d_{\text{с корр.}}$, мм, вычисляют по формуле

$$d_{\text{с корр.}} = \frac{d_{\text{ос}}}{\sqrt{y}} \quad , \tag{29}$$

где $d_{\text{о с}}$ – первоначальный диаметр отверстия сопла, мм.

8.9.7 Скорректированный диаметр отверстия дроссельной диафрагмы $d_{\text{о д корр.}}$, мм, на узле при непосредственном соединении определяют по формуле

$$d_{\text{о д корр.}} = \frac{d_{\text{ос}}}{\sqrt{y}} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{в}} - \Delta P_{\text{ф}}}{P_{\text{в}} - \Delta P_{\text{ф}} / y^2}} \quad , \tag{30}$$

где $P_{\text{в}}$ – перепад давления на узле, кПа;

$\Delta P_{\text{ф}}$ – измеренная потеря давления в системе отопления, кПа.

Если потерю давления в системе отопления измерить невозможно, то скорректированный диаметр отверстия диафрагмы определяют по формуле

$$d_{\text{о д корр.}} = \frac{d_{\text{ос}}}{\sqrt{y}} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{в}} - \Delta P_{\text{р}} \cdot y^2}{P_{\text{в}} - \Delta P_{\text{р}}}} \quad , \tag{31}$$

где $\Delta P_{р}$ – расчетные потери давления в системе отопления (определяются по данным рабочей документации, на основании расчета или принимаются равными в диапазоне от 10 до 20 кПа).

8.9.8 Замену насоса, сопла элеваторов или дроссельных диафрагм производят в тех случаях, когда значение коэффициента относительного расхода воды у составляет менее 0,90 или более 1,15, и при этом температура воздуха в помещениях не соответствует заданной.

8.9.9 После замены насоса, сопла элеватора или диафрагмы следует измерить температуру воздуха не менее чем в 15 % помещений. Измерения следует выполнять при наружной температуре воздуха минус 5 °С и ниже. Если усредненное значение измеренных температур окажется ниже расчетного значения более чем на 0,5 °С или выше расчетного более чем на 2 °С, необходимо изменить характеристику насоса или скорректировать диаметр сопла элеватора или диафрагмы. Коэффициент y в этом случае подсчитывают по формуле

$$y = \frac{(T_1 - T_2)\cdot(t_{вн} - t_{н})}{(T_1^1 - T_2^1)\cdot(t_{вн} - t_{н})} \ . \qquad (32)$$

8.9.10 Настройка балансировочных вентилей или установка диафрагм на стояках системы отопления может быть произведена следующим способом:

а) определяют расчетный расход воды в каждом стояке $W_{ст}$, кг/с, по формуле

$$W_{ст} = \frac{A\cdot Q_{ст}}{(T_{3р} - T)\cdot c_w} \ ; \qquad (33)$$

б) устанавливают дросселируемое давление в каждом стояке:

1) для первых по ходу воды стояков – от 4 до 6 кПа;

2) для последних стояков – 1 кПа;

3) для средних – от 1 до 4 кПа;

4) для попутных систем – от 3 до 4 кПа.

8.9.11 При наладке однотрубной системы с замыкающими участками (верхняя разводка) возможны следующие способы регулирования:

а) при перегреве приборов, расположенных на верхней отметке системы, и

неравномерном прогреве приборов на нижней отметке:

1) устанавливают регулирующие устройства на подводках к приборам на верхней отметке;

2) уменьшают площади поверхности нагрева на верхней отметке;

3) увеличивают диаметров перемычек на верхней отметке;

4) снимают перемычки на нижней отметке системы;

б) при неравномерном прогреве приборов на верхней отметке по отдельным стоякам устанавливают регулирующие устройства на замыкающих участках этих стояков;

в) при неравномерном прогреве приборов на верхней отметке и одновременном перегреве приборов на нижней отметке уменьшают коэффициент смешения путем прикрытия регулирующего клапана после элеватора;

г) при равномерном перегреве приборов на верхней отметке и одновременно неравномерном прогреве приборов на нижней отметке увеличивают коэффициент смешения (для этого необходимо вместо элеватора установить подмешивающий насос; для безэлеваторных систем необходимо установить элеватор).

Последние два способа регулирования применимы для однотрубных и двухтрубных систем отопления.

8.9.12 После обеспечения равномерного прогрева отопительных приборов измеряют температуры подающей и обратной воды, и при необходимости корректируют регулирующие устройства или диафрагму, установленную на тепловом вводе или на трубопроводах системы.

8.10 Определяются параметры теплоносителя на тепловом узле системы по давлению и температуре, а также соответствие расчетному графику температур подающей и обратной воды системы отопления.

8.11 Результаты наладки системы отопления оформляются в виде технического отчета в соответствии с разделом 11.

9 Наладка систем теплоснабжения

9.1 Наладку систем теплоснабжения выполняют с целью обеспечения соответствия теплопроизводительности воздухонагревающего оборудования данным, приведенным в исполнительной документации.

9.2 Наладке подлежат все элементы системы теплоснабжения, в том числе тепловой узел ввода теплоносителя, котельный агрегат, насосы, трубопроводная сеть с узлами регулирования, а также воздухонагреватели вентиляционных систем, воздушно-тепловые завесы водонагревателей отопительных агрегатов, теплообменников технологического оборудования и пр.

9.3 В процессе наладки выполняют весь комплекс работ или отдельные виды работ (в зависимости от технического состояния системы теплоснабжения):

- обследование технического состояния системы;

- составление расчетной схемы системы;

- определение расходов теплоты и воды для расчетных параметров наружного воздуха;

- разработку мероприятий, необходимых для проведения регулирования системы;

- испытание системы;

- регулирование системы.

9.4 Перед обследованием технического состояния системы теплоснабжения следует ознакомиться с исполнительной документацией, актами освидетельствования скрытых работ, актами промывки, актами гидростатических или манометрических испытаний на герметичность, актами индивидуальных испытаний основных устройств и узлов системы теплоснабжения.

9.5 При обследовании необходимо:

- проверить соответствие монтажа системы теплоснабжения требованиям исполнительной документации;

- проверить наличие, тип и места установки КИП и регулирующих приборов, установленных в системе;

- проверить исправность арматуры, кранов для выпуска воздуха, трубопроводов, каналов и дренажных устройств;

- проверить состояние внутренней и наружной поверхностей трубопроводов, определить состояние изоляции трубопроводов;

- определить тип и количество установленных потребителей теплоты (воздухонагревателей, теплообменников, отопительных приборов и т.д.);

- определить наибольшую высоту расположения потребителей теплоты;

- определить схемы обвязок теплообменников трубопроводами;

- проверить герметичность соединений, отсутствие подтеков воды.

9.6 По результатам обследования системы теплоснабжения составляют перечень мероприятий по упорядочению ее работы, в который включают указания:

- по устранению выявленных при обследовании дефектов системы;

- по очистке и промывке подогревателей и трубопроводов сети, отопительных приборов и теплообменников;

- по устранению перемычек между подающим и обратным трубопроводами;

- по установке недостающих КИП и запорной арматуры.

9.7 Составление расчетной схемы осуществляют по аналогии с 8.6.1 и 8.6.2. На схеме отображают сеть трубопроводов с указанием длин и диаметров участков и всех устройств системы теплоснабжения.

9.8 Расход теплоты и воды по потребителям принимают по исполнительной документации.

9.9 Расход теплоты и воды воздухонагревающего оборудования необходимо определять прямыми измерениями.

9.10 Рекомендуемые мероприятия по наладке системы теплоснабжения включают:

а) по водоподогревательной установке (котельной):

1) переделку схем водоподогревательной установки (котельной);

2) установку дополнительных поверхностей нагрева;

3) замену существующих насосов;

4) автоматизацию работы оборудования;

б) по тепловой сети:

1) замену трубопроводов на отдельных участках сети;

2) дополнительную установку арматуры и контрольно-измерительных приборов;

3) ликвидацию перемычек, установленных на период проведения гидравлических испытаний или установленных без соответствующих расчетов;

в) по тепловому узлу:

1) установку смесительных насосов;

2) установку элеваторов с определенными расчетом диаметрами сопла;

3) установку балансировочных вентилей или дроссельных диафрагм;

4) автоматизацию работы узлов управления;

г) по системам теплопотребления:

1) установку дроссельных диафрагм на стояках, на подводках к отопительным приборам;

д) по приборам и теплообменным установкам;

1) замену трубопроводов на отдельных участках разводящих магистралей;

2) установку дополнительных поверхностей нагрева в теплообменных установках.

9.11 Испытание системы теплоснабжения выполняется под полной нагрузкой при непрерывной работе в течение не менее 4 ч.

Примечание – При испытании под нагрузкой регулирующие устройства сети трубопроводов системы должны быть полностью открыты.

9.12 Регулирование систем теплоснабжения производят в отопительный период после выполнения разработанных мероприятий по наладке и устранению дефектов. Регулирование систем теплоснабжения выполняют способом, приведенным в 8.9.

9.13 При несоответствии измеренных расходов воды расчетным величинам производят регулирование расхода воды с помощью балансировочных регуляторов,

дроссельных диафрагм, сопел элеваторов и других устройств.

9.14 После регулирования расхода воды производят проверку работы всей системы. Измерение температуры и давления в подающем и обратном трубопроводах должны производиться через 2 – 3 часов после включения всех воздухонагревательных установок. Температура воды в подающем трубопроводе должна соответствовать температурному графику. Давление и перепады давлений в подающем и обратном трубопроводах должны соответствовать расчетным величинам.

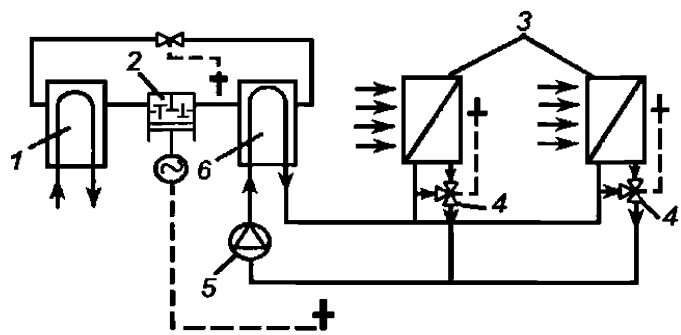
9.15 Результаты наладки системы теплоснабжения оформляют в виде технического отчета в соответствии с разделом 11.

10 Наладка систем холодоснабжения

10.1 Система холодоснабжения одноконтурная

10.1.1 Система холодоснабжения (далее – ХС), выполненная по одноконтурной схеме, состоит из источника холода (холодильная установка), насосной установки, трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, потребителей холода (воздухоохладители).

Принципиальная одноконтурная схема системы ХС приведена на рисунке 10.1.



1 – конденсатор холодильной установки; *2* – компрессор холодильной установки; *3* – потребители холода (воздухоохладители); *4* – трехходовой смесительный клапан; *5* – насосная станция холодоносителя; *6* – испаритель холодильной установки

Рисунок 10.1 – Одноконтурная схема системы ХС

10.1.2 Наладка системы ХС по одноконтурной схеме должна обеспечить циркуляцию холодоносителя и поддержание необходимого его расхода и температуры в соответствии с требованиями исполнительной документации.

10.1.3 Перед началом наладки системы ХС по одноконтурной схеме необходимо:

а) проверить наличие актов индивидуальных испытаний оборудования;

б) составить таблицу результатов наладки, в которой необходимо указать:

1) индекс (номер) потребителя холода;

2) расход холодоносителя потребителем холода;

3) температуру подающего холодоносителя к потребителю холода;

4) температуру обратного холодоносителя от потребителя холода;

5) холодопотребление потребителем холода;

6) расход холодоносителя через испаритель холодильной установки (машины);

7) температуру холодоносителя на выходе из испарителя холодильной установки (машины);

8) температуру холодоносителя на входе в испаритель холодильной установки (машины);

9) холодопроизводительность холодильной установки (машины);

10) перепад давления на насосной станции;

в) обеспечить максимальную нагрузку на потребителей холода;

г) проверить соответствие температуры холодоносителя на выходе из испарителя холодильной установки (машины) заданной в исполнительной документации.

10.1.4 В процессе наладки системы ХС по одноконтурной схеме следует:

- произвести настройку балансировочных клапанов на узлах регулирования потребителей холода, начиная с потребителей холода с избыточным расходом холодоносителя;

- определить рабочую точку насосной установки, сравнить полученные значения напора и расхода с техническими характеристиками, указанными в паспорте;

- проверить выключение компрессора холодильной установки (машины) по

сигналу датчика температуры, устанавливаемого на сборном коллекторе обратного трубопровода, когда температура холодоносителя достигает минимального значения, например $t_{мин}$=11,5 °С;

- проверить включение компрессора холодильной установки (машины) при достижении максимальной температуры, например $t_{макс}$=12,5 °С;

- проверить время задержки включения (цикл работы) холодильной установки (машины), которое между двумя успешными включениями должно быть не менее 6 мин.

10.1.5 Если время задержки включения холодильной установки (машины) менее 6 мин, рекомендуется устанавливать аккумулирующий бак.

Объем аккумулирующего бака определяют по формуле

$$V = Q_{хол\ уст} \cdot (1 - b) \cdot \tau_р / (c_{хол} \cdot \rho_{хол} \cdot (t_{хол\ к} - t_{хол\ н})) - V_{тр}, \qquad (34)$$

где $Q_{хол\ уст}$ – холодопроизводительность холодильной установки (машины), кДж/ч (ккал/ч);

b – коэффициент рабочего времени холодильной установки (машины), $0,7 \le b \le 0,8$;

$\tau_р$ – продолжительность работы до отключения, ч:

$\tau_р$ = 0,25 ч при $Q_{хол\ уст} \le$ 188,5 кДж/ч (45 ккал/ч);

$\tau_р$ = 0,35 ч при 188,5 кДж/ч (45 ккал/ч) < $Q_{хол\ уст} \le$ 754,2 кДж/ч (180 ккал/ч);

$\tau_р$ = 0,50 ч при $Q_{хол\ уст}$ > 754,2 кДж/ч (180 ккал/ч);

$c_{хол}$ – удельная теплоемкость холодоносителя, кДж/(кг·°С) (ккал/(кг·°С));

$\rho_{хол}$ – плотность холодоносителя, кг/м^3;

$t_{хол\ к}$, $t_{хол\ н}$ – конечная и начальная температуры холодоносителя, °С;

$V_{тр}$ – объем трубопроводов системы ХС, м^3.

10.1.6 Нормальная работа системы ХС по одноконтурной схеме характеризуется:

- устойчивым гидравлическим режимом работы контура;

- достаточной температурой и расходов холодоносителей для нормальной работы потребителей холода;

- отсутствием повышенной цикличности работы холодильной установки

(машины). Время между двумя успешными включениями должно быть не менее 6 мин.

10.1.7 Результаты наладки системы ХС по одноконтурной схеме оформляются в виде технического отчета в соответствии с разделом 11.

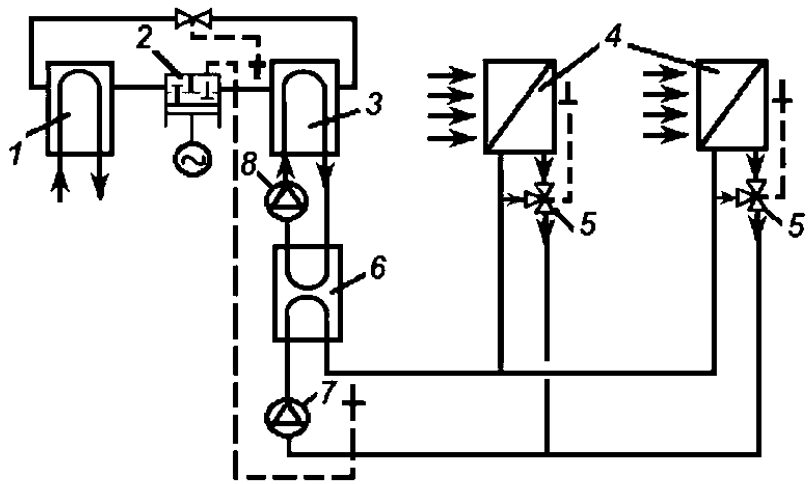
10.2 Система холодоснабжения двухконтурная

10.2.1 Двухконтурная система ХС включает в себя:

- первый контур, объединяющий источник холода (холодильная установка), насосную установку и промежуточный теплообменник;

- второй контур, объединяющий потребителей холода (воздухоохладители), насосную установку и промежуточный теплообменник.

Принципиальная двухконтурная схема системы ХС приведена на рисунке 10.2.



Первый контур: *1* – конденсатор холодильной установки; *2* – компрессор холодильной установки; *3* – испаритель холодильной установки; *6* – промежуточный теплообменник; *8* – насос холодоносителя в первичном контуре

Второй контур: *4* – потребители холода (воздухоохладители); *5* – трехходовой смесительный клапан; *6* – промежуточный теплообменник; *7* – насос холодоносителя во вторичном контуре

Рисунок 10.2 – Двухконтурная схема системы холодоснабжения

10.2.2 Перед началом наладки системы ХС по двухконтурной схеме необходимо:

а) проверить наличие актов индивидуальных испытаний оборудования;

б) подготовить таблицу результатов наладки, в которой указываются:

1) для первого контура:

- расход жидкости (холодоносителя) через испаритель холодильной установки (машины);

- температура жидкости (холодоносителя) на выходе из испарителя холодильной установки;

- температура жидкости (холодоносителя) на входе в испаритель холодильной установки (машины);

- измеренная холодопроизводительность холодильной установки (машины);

- перепад давления на насосной станции первого контура;

2) для второго контура:

- индекс (номер) потребителя холода;

- расход холодоносителя потребителем холода;

- температура подающего холодоносителя к потребителю холода;

- температура обратного холодоносителя от потребителя холода;

- холодопотребление потребителем холода;

- расход холодоносителя через промежуточный теплообменник;

- температура подающего холодоносителя на выходе из промежуточного теплообменника;

- температура обратного холодоносителя на входе в промежуточный теплообменник;

- перепад давления на насосной станции второго контура;

в) полностью открыть регулирующие клапаны на узлах регулирования потребителей холода;

г) обеспечить максимальную нагрузку на потребителей холода;

д) проверить установленную в соответствии с исполнительной документаци-

ей настройку температуры холодоносителя на выходе из испарителя холодильной установки (машины).

10.2.3 В процессе наладки системы ХС по двухконтурной схеме следует:

- произвести настройку балансировочных клапанов на узлах регулирования потребителей холода, начиная с потребителей холода с избыточным расходом холодоносителя;

- определить рабочие точки насосов (насосных станций) первого и второго контуров, сравнить полученные значения напоров и расходов с индивидуальными техническими характеристиками насосов (насосных станций), указанными в паспортах;

- проверить выключение компрессора холодильной установки по сигналу датчика температуры, установленного на выходе из промежуточного теплообменника подающего холодоносителя во втором контуре, когда температура воды достигает минимального значения, например $t_{мин}$ = 7,0 °С;

- проверить включение компрессора холодильной установки при достижении максимальной температуры, например $t_{макс}$ = 8,0 °С (разность максимального и минимального значений температур, например Δt = 1,0 °С, называется зоной нечувствительности);

- проверить время задержки включения холодильной установки (машины). Время между двумя успешными включениями холодильной установки (машины) должно быть не менее 6 мин.

10.2.4 При времени задержки включения холодильной установки (машины) менее 6 мин (см. 10.1.5).

10.2.5 Как правило, в первом контуре «испаритель холодильной установки (машины) – промежуточный теплообменник» циркулирует незамерзающий водный раствор этилен(пропилен)гликоля.

Примечание – Концентрация водного раствора этилен(пропилен)гликоля определяется в соответствии с температурой наружного воздуха наиболее холодных суток (с обеспеченностью 0,98 согласно Таблице 1 СП 131.13330) в месте расположения охладителя.

10.2.6 Наладка работы системы ХС по двухконтурной схеме должна обеспечить циркуляцию холодоносителей в каждом контуре и поддержание их расходов и температур в соответствии с требованиями исполнительной документации.

10.2.7 Нормальная работа системы ХС по двухконтурной схеме характеризуется:

- устойчивым гидравлическим режимом работы контуров;

- достаточной температурой и расходом холодоносителей для нормальной работы потребителей холода;

- отсутствием повышенной цикличности работы холодильной установки (машины).

10.2.8 Результаты наладки системы ХС по двухконтурной схеме оформляются в виде технического отчета в соответствии с разделом 11.

10.3 Если измеренные расходы холодоносителя по потребителям холода отличаются от расходов холодоносителя в исполнительной документации не более чем на ± 10 %, то система ХС (по одноконтурной или двухконтурной схемам) считается пригодной к эксплуатации.

10.4 Мероприятия по устранению причин отклонения реальных расходов холодоносителя от расходов, указанных в исполнительной документации, излагаются в техническом отчете.

10.5 После наладки системы ХС (по одноконтурной или двухконтурной схемам) выполняют контрольные измерения:

- общего расхода жидкости (холодоносителя) $G_{\text{х. ц.}}$, м^3/с , подаваемой к потребителям холода из холодильного центра;

- перепада температур жидкости (холодоносителя) на входе $t_{\text{х. ц. вх.}}$, °С, и выходе $t_{\text{х. ц. вых.}}$, °С, из холодильного центра;

- давления жидкости (холодоносителя) на выходе системы ХС

и оценивают соответствие их параметрам исполнительной документации.

10.6 Данные контрольных замеров используют для расчета отданного потребителям холода на выходе из холодильного центра $Q_{\text{х. ц.}}$, кВт:

$$Q_{\text{х. ц.}} = G \cdot (t_{\text{х. ц. вх}}. - t_{\text{х. ц. вых.}}) \cdot c_{\text{р}} \cdot v \qquad (35)$$

и сравнивают с количеством холода, полученного потребителями холода $Q_{\text{потр,}}$, кВт, рассчитанного по формуле

$$Q_{\text{потр}} = c_{\text{р. хол.}} \cdot v \cdot \sum G_{\text{i потр}} \cdot (t_{\text{вых. i потр.}} - t_{\text{вх. i потр.}}), \qquad (36)$$

где $G_{\text{i потр}}$ – расход жидкости (холодоносителя) у одного из потребителей холода, м^3/с;

$t_{\text{вых. i потр.}}$ – температура жидкости (холодоносителя) на выходе из потребителя холода, °С;

$t_{\text{вх. i потр.}}$ – температура жидкости (холодоносителя) на входе в потребитель холода, °С;

v – объемная масса жидкости (холодоносителя) кг/м^3;

$c_{\text{р. потр.}}$ – удельная теплоемкость жидкости (холодоносителя) кДж/(кг·°С).

Величина потери холода в магистралях ($Q_{\text{х. ц.}} - Q_{\text{потр}}$) не должна превышать 5 % от $Q_{\text{х. ц.}}$.

11 Отчетная техническая документация

11.1 Графическое оформление технической документации должно соответствовать ГОСТ 21.602. Отклонение от ГОСТ 21.602 допускается при наличии пояснений в содержании или графическом обозначении.

11.2 По результатам наладки систем отопления и теплоснабжения оформляется отчетная документация в виде технического отчета согласно установленной форме (приложение Е).

12 Правила безопасного выполнения работ

12.1 Работы по испытанию и наладке систем отопления и ТХС выполняются с соблюдением ПБ 10-115-96 [4] и ПОТР М-015-2000 [6].

12.2 До начала работ в здании или сооружении исполнитель, согласно

СП 49.13330, должен ознакомиться с действующими правилами внутреннего распорядка и строго их выполнять, а также получить разрешение на проведение работ согласно СНиП 12-04-2002.

12.3 Для работ в зданиях, зонах или помещениях с огнеопасными или взрывоопасными материалами исполнитель обязан получить наряд-допуск, установленный для данного предприятия.

12.4 Работы по испытанию и наладке теплового и холодильного оборудования в закрытых помещениях выполняют не менее двух человек, при этом один человек должен находиться в закрытом помещении, а другой – снаружи.

12.5 Прежде чем войти в закрытые помещения, проверяют наличие в них кислорода. Для испытания на наличие кислорода нельзя пользоваться монитором наличия утечек, так как с его помощью нельзя установить, достаточно ли в помещении кислорода для жизнедеятельности. Контроль наличия кислорода в закрытых производственных помещениях определяют по соответствующим приборам, например, с помощью газоанализатора серии ПКГ-4-К по ТУ 4215-004-70203816-2009 [7].

12.6 При осмотре холодильного оборудования, расположенного в закрытых помещениях, а также трубопроводов в колодцах и туннелях необходимо удостовериться в отсутствии в воздухе хладагента, например, с помощью галоидного или другого течеискателя. В случае обнаружения паров хладагента в помещениях, колодцах или туннелях вход в них запрещается до их проветривания.

12.7 Перед началом работы с оборудованием в закрытых помещениях следует убедиться, что разгрузочные коллекторы предохранительных клапанов и спускные вентили выведены за пределы помещения и отключены от всех воздухозаборников, соединенных со зданием.

12.8 Курение в машинных отделениях, а также в других помещениях, где установлено тепловое и холодильное оборудование, запрещается.

12.9 Машинные отделения системы должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами. Размещение и хранение в технических помещениях посторонних предметов не допускается.

Запрещается запуск и проведение испытаний оборудования систем с неисправными приборами защитной автоматики.

12.10 При обнаружении ударов, подозрительного шума, повышенной вибрации в оборудовании систем следует немедленно прекратить испытания до устранения причин.

12.11 Запрещается снимать установленные ограждения с движущихся частей и прикасаться к движущимся частям оборудования как при работе, так и после остановки этого оборудования, пока не будет предотвращено его случайное или несанкционированное включение.

12.12 Вскрывать компрессоры, аппараты и трубопроводы холодильных систем разрешается только после того, как давление хладагента будет понижено до атмосферного и будет оставаться постоянным в течение 20 мин. Нагнетательный вентиль компрессора следует закрыть после устранения возможности автоматического пуска этого компрессора.

Запрещается вскрывать холодильные аппараты с температурой стенок ниже минус 35 °С (до их отепления).

12.13 К применению не допускаются манометры в следующих случаях: отсутствует пломба или клеймо, просрочен срок поверки, стрелка манометра при его выключении не возвращается на нулевую отметку шкалы, разбито стекло или имеются другие повреждения, которые могут отразиться на правильности его показаний.

Приложение А

Перечень средств измерений

А.1 Средства измерений:

- клещи токовые с пределами измерения тока 400/1200 А;
- комбинированный приемник давления – КПД-1 (диапазон измерений перепадов от 0,01 до 400 мм водяного столба, погрешность ± (0,05 – 0,1)) или аналог;
- манометр дифференциальный сильфонный показывающий, ДСП-160-М1 (ТУ 25-7310.0063-2009) [8] или аналог;
- манометр образцовый МО, ВО ТУ 25-05-1664-74 [9] или аналог;
- мегомметр с разрешением до 200 ГОм;
- ультразвуковой расходомер жидкостей;
- секундомер электронный цифровой СЭЦ-10000 погрешность ± 0,01 с;
- тахометр (диапазон измерения скорости вращения (100-29999 об/мин, погрешность ± (0,02 % + 1);
- тепловизор (диапазон измерения температуры от минус 20 до плюс 100 °С; от 0 °С до + 350 °С, погрешность ± 2 °С);
- универсальный измерительный прибор (тестер) с пределами измерения тока от 0 до 10 А, напряжения до 1000 В, сопротивления до 50 МОм;
- универсальный прибор для измерения температуры с пределами измерения от минус 50 °С до плюс 250 °С, точность (0,1 – 0,5) °С;
- шумомер, (ГОСТ Р 53188.1) или аналог;
- манометрическая станция двухпозиционная;
- вакуумный насос (15 мкр, 2 Па);
- весы электронные цифровые (точность до 0,5 кг);
- течеискатель электронный (0 °С – 52 °С);
- вакуумметр 1/2 SAE (шкала 100 Па, погрешность ± (0,002 %+1)).

А.2 Инструмент:

- дрель электрическая с набором сверл, насадка-шуруповерт;
- ключи метрические 6 – 36 мм;
- молотки 100 г и 500 г;
- отвертки плоские и крестообразные;
- плоскогубцы, круглогубцы, кусачки;
- штангенциркуль, ШЦ-I-125-0,01 1кл. (ГОСТ 166);
- уровень строительный;
- набор напорных шлангов.

Приложение Б

Форма регламента предпусковых и пусковых контрольных проверок холодильной установки

Регламент предпусковых и пусковых контрольных проверок

холодильной установки №_____

1 Общие данные:

Наименование работы:_____

Место установки: _____

Подрядчик, производивший установку:_____

Поставщик оборудования:_____

Пуск произвел (указать фамилию):_____

Дата: _____

2 Оборудование:

Модель:_____ Серийный №:_____

Контур А	**Контур В**
1. Модель № _____	1. Модель № _____
Серийный №_____	Серийный №_____
2. Модель № _____	2. Модель № _____
Серийный №_____	Серийный №_____
3. Модель № _____	3. Модель № _____
Серийный №_____	Серийный № _____
4. Модель № _____	4. Модель № _____
Серийный №_____	Серийный № _____

3 Оборудование для обработки воздуха:

Производитель _____

Модель:_____ Серийный №:_____

Дополнительные установки и аксессуары для обработки воздуха_____

_____

_____

_____

4 Предварительный осмотр и проверка оборудования:

Наличие повреждений и препятствуют ли они проведению пуску холодильной установки_____

Холодильная установка установлена горизонтально_____

Параметры напряжения питания соответствуют паспортным данным_____

Типоразмеры и монтаж электрических проводов соответствуют техническим условиям ____

_____

Провод заземления холодильной установки подключен_____

Типоразмеры и монтаж устройств защиты соответствуют техническим условиям_____

_____

Все клеммы затянуты _____

Монтаж кабелей и термисторов произведен правильно (перекрещивание проводов отсутствует) _____

Все заглушки и пробки затянуты_____

5 Проверка систем обработки воздуха конденсатора:

Все камеры обработки воздуха работоспособны_____

Все вентили на линиях холодильного агента открыты _____

Все трубопроводы подсоединены правильно_____

Конденсатор полностью заправлен холодильным агентом_____

Давление холодильного агента в конденсаторе составляет _____

Все вентиляторы конденсатора вращаются в правильном направлении_____

6 Проверка холодильной установки перед пуском:

Взаимоблокировка насоса охлажденной воды с холодильной установкой выполнена правильно

_____

Уровень масла нормальный_____

Нагреватели картера компрессоров были включены в течение 12 ч_____

Проверка холодильной установки на отсутствие утечек произведена (в том числе по фитингам)

_____

Все утечки холодильного агента обнаружены, устранены и зафиксированы в рабочей документации: _____

_____

Измеренные значения напряжения отдельных фаз трехфазной сети составляют:

1-я – 2-я _____+____ 2-я – 3-я_____ 1-я – 3-я._____

Среднее напряжение = _____

Максимальное отклонение от среднего значения = _____

Номинальное напряжение = _____ (см. инструкции по установке)

Асимметрия напряжений менее _____

Напряжение электропитания не выходит за номинальный диапазон напряжений _____

_____

7 Проверка жидкостного (водяного) контура испарителя:

Объем жидкости (воды) в контуре = _____ , л

Вычисленный объем = _____ , л

Объем заполняющих компонентов контура:

В контур залито_____ л требующегося ингибитора коррозии_____

В контур залито_____ л антифриза (при необходимости) _____

Защита жидкостных (водяных) трубопроводов до испарителя осуществляется электрическим ленточным нагревателем_____

В трубопроводе обратной жидкости (воды) установлен сетчатый фильтр с размером ячейки 1,2 мм _____

Из контура полностью удален весь воздух_____

Все вентили на трубопроводах открыты_____

Все трубопроводы подсоединены правильно_____

Насос охлажденной жидкости (воды) вращается в правильном направлении _____

Потребляемый насосом ток:

Номинальный _____

Фактический _____

8 Проверка конфигурации меню пользователя (выполнить функцию QUICK TEST):

Выбор последовательности загрузки _____

Выбор быстрого линейного изменения нагрузки _____

Задержка пуска _____

Управление насосом_____

Управление вентиляторами _____

Режим перенастройки уставки _____

Снижение производительности в ночное время _____

9 Ввести уставки для пуска холодильной установки _____

_____

_____

10 Рабочие вентили открыты и насос включен:_____

_____

11 Пуск холодильной установки в режиме «LOCAL ON» (местного управления):_____

_____

12 Холодильная установка запущена и работает нормально _____

_____

13 Измерения температуры, расхода и давления (после того, как холодильная установка проработает некоторое время, достаточное для стабилизации температур и давлений):

Температура воды, поступающей в испаритель_____

Температура воды, выходящей из испарителя_____

Давление воды на выходе из испарителя = _____ , кПа

Падение давления воды (давление на входе – давление на выходе) = _____ , кПа

Расход воды =_____ , л/с

Номинальный расход воды = _____ , л/с

Расход воды выше минимально допустимого расхода чиллера = _____ , л/с

Расход воды соответствует заданной в спецификации величине = _____ , л/с

Температура окружающей среды_____

Давление всасывания контура А _____

Давление всасывания контура В _____

Давление нагнетания контура А _____

Давление нагнетания контура В _____

Температура всасывания контура А _____

Температура всасывания контура В _____

Температура нагнетания контура А_____

Температура нагнетания контура В_____

Температура в жидкостной линии контура А_____

Температура в жидкостной линии контура В_____

Давление воды на входе в испаритель = _____ , кПа

14 Проверка асимметрии фаз по силе тока:

1-я – 2-я _____ 2-я – 3-я_____ 1-я – 3-я_____

Средняя сила тока = _____

Максимальное отклонение от среднего значения =_____

Номинальная сила тока = _____ (см. инструкции по установке)

Асимметрия фаз менее _____

Сила тока не выходит за номинальный диапазон силы тока_____

Примечания:_____

_____

_____

Приложение В

Форма акта индивидуального испытания оборудования и узлов системы холодоснабжения

Акт индивидуального испытания оборудования и узлов системы холодоснабжения выполненного в _____

(наименование объекта строительства, здания, цеха)

«____» _____ 201__ г.

Комиссия в составе представителей:

Заказчика _____

(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)

наладочной организации _____

(наименование организации, должность, инициалы, фамилия)

составили настоящий акт о нижеследующем:

1 _____

(холодильные установки, насосные станции, градирни, охладители, теплообменники,

_____

расширительные баки, предохранительные клапаны (системы холодоснабжения)

_____

(указываются номера систем)

прошли обкатку в течение _____ часов согласно техническим условиям, паспорту.

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

Представитель заказчика	Представитель наладочной организации
_____	_____
(подпись)	(подпись)

Приложение Г

Методы (способы) регулирования трубопроводной сети систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

Г.1 Метод температурного перепада

Г.1.1 Метод основан на уравнении:

$$Q = c_w \cdot G \cdot \Delta t / 3600 = 1{,}16 \cdot G \cdot \Delta t, \qquad (Г.1)$$

где Q – перенос тепла (холода), кВт;

c_w – теплоемкость воды, кДж/(кг °С);

G – расход воды, кг/ч;

Δt – перепад температур на участке.

1,16 – переводной коэффициент.

Г.1.2 В отрегулированной системе разность температур теплоносителя Δt на входе и выходе всех теплообменных приборов должна быть одинаковой. Недостаточный расход теплоносителя уменьшает теплоотдачу прибора, а избыточный расход не приводит к ее существенному увеличению, разницу температур теплоносителя в этом случае принимают по расчетному значению. Перепад температур теплоносителя $\Delta t'$ при этом будет выше Δt (рисунок Г.1), т.к. расход теплоносителя уменьшится, поэтому перепад температур следует определять с учетом типоразмера теплообменного прибора.

Г.1.3 Перепад температур находят геометрическим построением (рисунок Г.1).

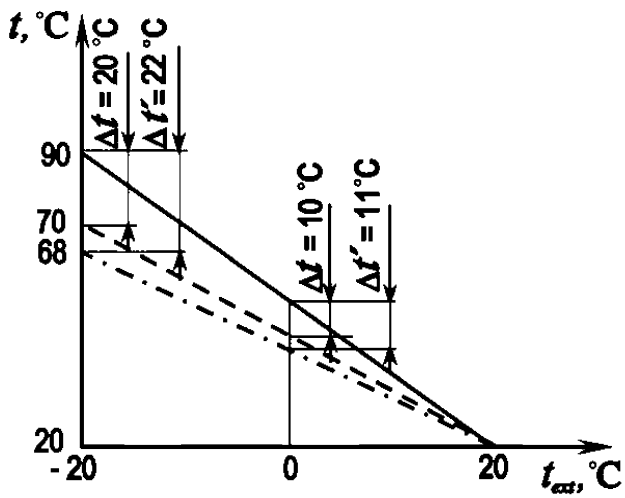


Рисунок Г.1 – Определение требуемого перепада теплоносителя в отопительном приборе

Сплошная линия на рисунке Г.1 характеризует изменение температуры подаваемого в отопительный прибор теплоносителя. Штриховая линия – расчетную температуру теплоносителя

на выходе прибора. Штрих-пунктирная линия – требуемую температуру теплоносителя на выходе прибора с завышенной поверхностью теплообмена. На рисунке представлен диапазон изменения температуры наружного воздуха t_{ext} и теплоносителя в отопительном приборе t. Диапазон измерений на оси абсцисс начинается с расчетной для системы отопления температуры (например, минус 20 °С) и заканчивается температурой, совпадающей с температурой воздуха в помещении (например, 20 °С). На оси ординат представлен диапазон изменения температуры теплоносителя на входе в отопительный прибор и выходе из него. Температуру теплоносителя на входе в отопительный прибор принимают, как правило, равной температуре на выходе из источника теплоты (например, 90 °С). Для более точного расчета следует учитывать остывание теплоносителя в трубопроводах. Температуру в обратном трубопроводе (например, 68 °С), определяют из среднего перепада температур между прибором (с учетом завышенного типоразмера) и воздухом.

Г.1.4 При расчетной температуре наружного воздуха перепад температур теплоносителя примерно равен $\Delta t' = 22$ °С (рисунок Г.1). Когда совпадает температура воздуха снаружи и внутри помещения, перепад температур $\Delta t' = 0$. Промежуточные значения $\Delta t'$ определяют по пропорции. Например, при $t_{ext} = 0$ °С, соответствующей 50 % рассматриваемого диапазона изменения внешних температур, $\Delta t' = 11$ °С и также составляет 50 % от максимального перепада температур теплоносителя.

Г.1.5 Балансировку осуществляют до требуемого перепада температур теплоносителя настройкой дросселя терморегулятора либо регулирующего клапана в трубопроводах узла теплообменного прибора. Термостатический клапан в это время должен быть полностью открыт. Балансировка (достижение равенства температур) на всех теплообменных приборах может повторяться несколько раз до достижения сбалансированности системы.

Данный метод балансировки неэффективен в системах с перепадами температур в диапазоне от 3 °С до 7 °С (системы охлаждения с кондиционерами-доводчиками, потолочными панелями, системами отопления в полу и т.д.). Метод температурного перепада применяют для балансировки небольших систем отопления.

В системах с автоматическим регулятором перепада давления на стояке или ответвлении настройку теплообменных приборов осуществляют упрощенным методом предварительной настройки клапанов. Положение настройки проверяется по пропускной способности терморегулятора, при этом перепад давления принимают равным перепаду, автоматически поддерживаемому регулятором.

Г.2 Метод предварительной настройки клапанов

Г.2.1 Метод основан на балансировке по гидравлическому расчету. Балансировку осуществляют

настройкой каждого регулирующего клапана и терморегулятора. Настройку определяют по пропускной способности k_v.

Г.2.2 Положение настройки регулирующего клапана в процессе балансировки системы определяется рабочей расходной характеристикой. При корректировке настройки регулирующих клапанов уточняют располагаемое давление регулируемого участка. Для этого измеряют фактический перепад давления на закрытых регулирующих клапанах.

Г.2.3 При применении метода предварительной настройки необходимо учитывать влияние внешнего общего клапана (при а < 0,5) на расходную характеристику клапанов потребителя.

Г.3 Пропорциональный метод

Г.3.1 Метод основан на закономерностях отклонения потоков в параллельных участках системы, возникающих при регулировании одного из них.

Г.3.2 Модулем системы может быть совокупность стояков или ответвлений, регулируемых общим клапаном, причем на каждом стояке или ответвлении также должен быть регулирующий клапан.

С помощью пропорционального метода балансировки обеспечивается равенство соотношений фактического расхода теплоносителя V и номинального расхода стояков V_N, затем устанавливается в них номинальный расход жидкости регулировкой общего клапана.

Г.3.3 Для осуществления метода необходимо разделить систему на модули различных уровней с общими регулирующими клапанами. Совокупность модулей низших уровней составляет модуль высшего уровня. Балансировку начинают внутри модулей низшего уровня, увязывая их между собой и приближаясь к главному регулирующему клапану всей системы.

Г.3.4 Рассматриваемый способ имеет множество вариантов балансировки систем отопления и ТХС, из которых выбирают наиболее экономичный. Оптимальный вариант определяют по следующим критериям:

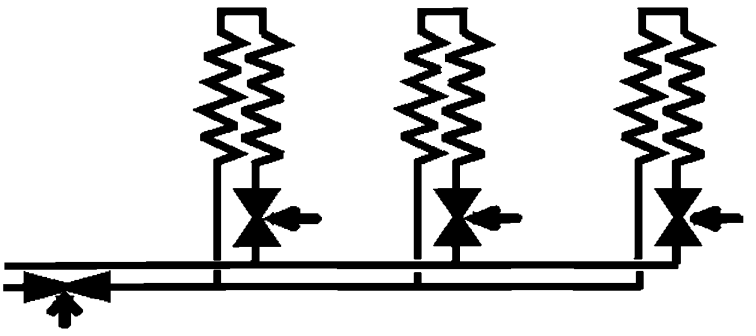
- достижение наиболее низкого располагаемого давления в системе;

- достижение наиболее высоких внешних авторитетов клапанов.

В обоих случаях наилучшим вариантом являются минимальные потери давления в основном циркуляционном кольце системы. Для этого потери давления в регулирующем клапане также должны быть минимальными. Их принимают исходя из точности приборов измерения перепада давления, как правило, не ниже 3 кПа.

Г.3.5 Основные составляющие данного метода представлены в таблице Г.1 на примере одного модуля, состоящего из трех стояков с регулирующими клапанами. Стрелками изображено действие, которое следует произвести на клапанах: против часовой стрелки – частично открыть клапан; по часовой – частично прикрыть.

Таблица Г.1

Действие		Регулирующие клапаны			
		Общий	1	2	3
					
1 этап					
Регулирование					
Определение	V, м³	650	200	350	100
	V_N, м³	400	120	200	80
	V/V_N	–	1,7	1,8	1,3
2 этап					
Регулирование					
Определение	V, м³	560	170	180	110
	V/V_N	–	1,4	1,4	1,4
3 этап					
Регулирование					
Определение	V, м³	400	120	200	80
	V/V_N	1,0	1,0	1,0	1,0

Г.3.6 На первом этапе балансировки системы для уменьшения потерь давления в процессе циркуляции теплоносителя полностью открывают регулирующий клапан основного циркуляционного кольца модуля (как правило, наиболее удаленный клапан). При этом допускается частично прикрыть остальные клапаны модуля. Если нет уверенности в установлении основного циркуляционного кольца, то полностью открывают все клапаны модуля, измеряют расход V на каждом клапане. Сопоставляют полученные значения с номинальными расходами V_N. У клапана 3 основного циркуляционного кольца модуля отношение V/V_N будет наименьшим.

Г.3.7 Задача второго этапа состоит в обеспечении на клапанах 2 и 1 такого же отношения V/V_N, как у клапана 3. Равенства этих отношений достигают методом последовательных приближений

путем их частичного прикрывания. При этом следует учитывать, что приемлемая невязка по перепаду давления составляет от 10 % до 15 %, а по расходу – от 3 % до 4 %.

Г.3.8 Третий этап является окончательным в балансировке модуля системы. Регулировкой общего клапана модуля выставляют номинальный поток, т.е. $V/V_N = 1$. По закону пропорциональности на всех клапанах модуля установится также $V/V_N = 1$. На этом регулировка модуля закончена.

Г.3.9 Аналогично поступают с остальными модулями системы. Затем из этих модулей составляют общий модуль и также регулируют его. Формируя и регулируя модули высших уровней, доходят до общего (главного) регулирующего клапана всей системы, установленного у насоса (на обратной магистрали). Если регулировка достигается при значительном перекрытии клапана, рекомендуется замена клапана или насоса на другой типоразмер.

Г.3.10 Сбалансировав систему, устраняют несоответствие реальных и номинальных расходов теплоносителя в ее циркуляционных кольцах. Балансировка системы упрощается при наличии в системе клапанов со встроенной расходомерной шайбой. Измерение расхода в них осуществляют не по потерям давления в регулирующем отверстии, имеющем разную пропускную способность при каждой настройке, а по потерям давления на расходомерной шайбе с постоянной пропускной способностью. Для клапана без расходомерной шайбы необходимо каждое изменение его настройки указывать в приборе. Для клапана с расходомерной шайбой указывают пропускную способность шайбы лишь один раз для всех измерений.

Г.3.11 Установка при необходимости значительного количества регулирующих клапанов приводит к уменьшению внешних авторитетов клапанов терморегуляторов и затрудняет создание системы с идеальным регулированием.

Недостатки устраняются при использовании автоматических регуляторов перепада давления вместо клапанов 1, 2 и 3, при этом отпадает необходимость в общих клапанах и процедуры балансировки циркуляционных колец. Балансировка системы производится автоматически.

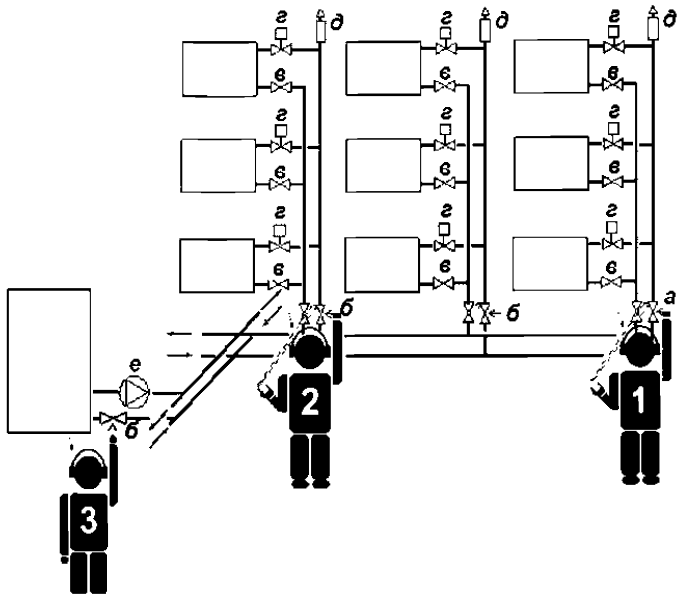
Г.3.12 Пропорциональный метод балансировки применяют для разветвленных систем со сложной конфигурацией модулей, для систем с дальнейшим расширением, а также для систем с поэтапным вводом в эксплуатацию. Осуществляют этот метод один либо два наладчика. Основным недостатком является необходимость многократных измерений для последовательного приближения к необходимому результату.

Пропорциональный метод требует наличия измерительного прибора и затрат времени для проведения наладки каждого клапана в несколько этапов.

Г.4 Компенсационный метод

Г.4.1 Компенсационный метод балансировки является обобщением и развитием пропорционального метода (рисунок Г.2). Основное его преимущество состоит в возможности

настройки значительно разветвленной системы за один этап, при этом отсутствует необходимость многократных измерений (существенно сокращается время проведения наладочных работ). Экономия времени достигается балансировкой отдельных ответвлений системы при незаконченном монтаже остальной части системы, когда контур насоса является уже действующим. Недостатком данного метода является необходимость привлечения трех человек с радиотелефонами и применения дополнительных приборов измерения.



а – эталонный клапан балансировочный; *б* – клапаны-партнеры балансировочные;

в – запорно-регулировочный клапан; *г* – термостатический клапан;

д – воздухоотводчик; *е* – насос

Рисунок Г.2 – Балансировка системы компенсационным методом

Г.4.2 Метод состоит в том, что регулирующий клапан основного циркуляционного кольца устанавливают на перепад давления равный 3 кПа. Данный клапан называют эталонным и, как правило, он является последним. Все клапаны, подлежащие регулированию, при этом должны быть открыты. Наладчик 3, регулируя клапан-партнер по указаниям наладчика 1, поддерживает настройку эталонного клапана на заданном уровне (перепад давления либо расход теплоносителя). Клапаном-партнером может быть общий клапан модуля (ответвления) либо общий (главный) клапан всей системы.

На протяжении процесса балансировки системы наладчик 1 должен контролировать показания измерительного прибора, чтобы на эталонном клапане поддерживался установленный перепад давления. Наладчик 1 передает информацию наладчику 3 о появлении отклонений, возникающих в процессе манипуляций наладчика 2, и наладчик 3 компенсирует эти отклонения регулировкой

клапана-партнера до достижения на эталонном клапане перепада давления равного 3 кПа.

Наладчик 2 регулирует клапаны последовательно, приближаясь к клапану-партнеру. Он переходит от одного регулирующего клапана к другому после того, как на регулируемом клапане будет достигнут номинальный расход теплоносителя, а на эталонном клапане при помощи клапана-партнера установлен перепад давления в 3 кПа. Такой подход используют для всех остальных ответвлений.

Г.4.3 Компенсационный метод предназначен для систем с ручными регулирующими клапанами. При использовании автоматических регуляторов перепада давления на стояках или трубопроводных ответвлениях регулировка осуществляется автоматически после настройки регуляторов.

Г.5 Компьютерный метод

Г.5.1 Компьютерный метод основан на использовании микропроцессоров для диагностики клапанов и определения их настройки при балансировке систем.

Основной модуль прибора для наладки – дифференциальный манометр с цифровой индикацией давления и со встроенным датчиком давления.

Г.5.2 По разности давления в регулирующем клапане или измерительном узле определяют расход теплоносителя и настройку клапана для балансировки системы.

Г.5.3 Для отбора импульсов давлений в приборе имеется два штуцера с быстроразъемным креплением для гибких шлангов. Аналогично присоединяют ответные концы шлангов к штуцерам регулирующих клапанов.

Г.5.4 Внешний датчик термометра предназначен для измерения температуры окружающей среды. Температуру определяют на выходе клапана внутри штуцера расходомера. Обязательным элементом для балансировки гидравлических систем является встроенный модуль, который определяет расход по перепаду давления в регулирующем клапане либо в измерительном узле. Учет влияния концентрации морозоустойчивых добавок к воде реализуется встроенной функцией корректировки.

Г.5.5 Модуль вычисления предварительной настройки клапана является частью модуля расходомера. Вычисление настройки осуществляется по характеристикам клапана, хранящимся в памяти прибора.

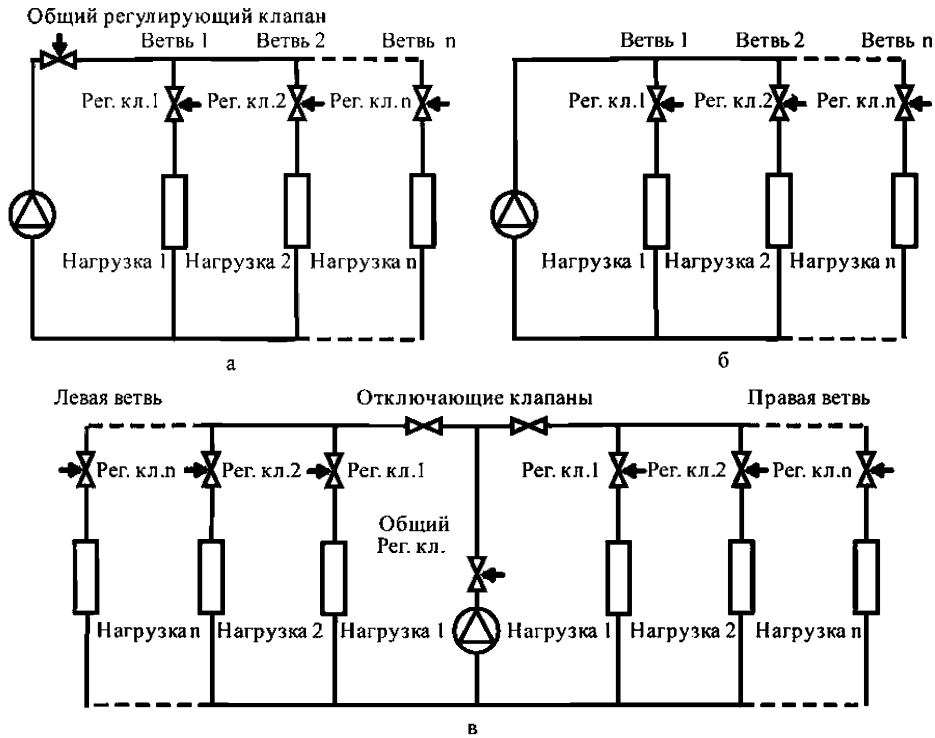
Г.5.6 Модуль регистрации работает в режиме реального времени и сохраняет данные о давлении, перепаде давления, температуре и расходе теплоносителя, а также типе установленного клапана, его предварительной настройке и идентификации измерений, которые помогают обрабатывать и оценивать результаты на персональном компьютере.

Г.5.7 Прибор может осуществлять запись данных в различных точках системы и учитывать

ее текущее состояние, а также выбирать способ периодической или частичной регистрации, что позволяет принять оптимальное решение.

Г.5.8 Для передачи исходных данных в персональный компьютер используют программное обеспечение, которое позволяет представить данные в виде диаграмм или таблиц. При помощи персонального компьютера создают проект балансировки системы.

Г.5.9 Прибор служит для балансировки системы любой степени разветвленности и сохраняет в памяти данные двух систем либо ее ветвей с информацией обо всех регулирующих клапанах (до 32 шт.). Многовариантность разветвлений систем сводят к трем основным схемам (рисунок Г.3), особенности которых учитывают в процессе обработки данных.



а – с общим регулирующим клапаном; *б* – без общего регулирующего клапана;

в – с разветвлением после насоса

Рисунок Г.3 – Схемы балансировки систем

Г.5.10 Для схем *а*, *б* следует отметить маркировку в опции «общий клапан». Дополнительно для схемы *б* указывают заданное значение располагаемого перепада давления в системе. Особенностью схемы в является необходимость разделения ее на составные части. Вначале измеряют, рассчитывают и балансируют левую сторону схемы при закрытой правой стороне,

затем балансируют правую сторону схемы при закрытой левой стороне. При необходимости осуществляют корректировку схемы с учетом ее реальной конфигурации по натурным наблюдениям.

Г.5.11 Алгоритм вычислений составлен для случая, когда на входе регулируемой системы либо ее ветви поддерживается постоянное давление теплоносителя. Кроме того, внутри ветвей отсутствуют клапаны с обратной связью (автоматические регуляторы перепада давления на стояках или приборных ветках, терморегуляторы), поэтому терморегуляторы при балансировке системы должны быть со свободно прикрученными колпачками. По измерениям определяют:

- располагаемое давление в системе (либо ее части);
- расходы теплоносителя во всех регулирующих клапанах;
- перепад давления на каждом клапане в закрытом положении;
- температуру воды.

Г.5.12 Перед началом вычислений прибором проверяют баланс между заданным количеством клапанов в схеме и количеством продиагностированных клапанов. В результате вычислений на дисплее по порядковому номеру указывается необходимое положение настройки всех клапанов, включая общий клапан.

Г.5.13 Окончательные данные по расходам и настройкам балансировочных клапанов следует указать в таблице результатов наладки.

Приложение Д

Форма паспорта системы отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

ПАСПОРТ

системы отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

Наименование _____

Адрес _____

Зона, цех, помещения_____

1 Общие сведения

1.1 Назначение системы_____

1.2 Местонахождение оборудования системы_____

2 Основные технические характеристики оборудования

2.1 Холодильная установка

Данные	Модель	№	Производительность, кВт	Холодильный агент	PS, (данные по давлению), Па	TS, (данные по температуре), °С
По проекту						
Фактические						

Примечание –_____

2.2 Насос

Данные	Тип	№	Подача, л/с	Напор, Па	Мощность, кВт	Частота вращения, $с^{-1}$
По проекту						
Фактические						

Примечание –_____

2.3 Дополнительное оборудование

Данные	Тип или модель	№	Производительность	Схема	Вид	Параметры
По проекту						
Фактические						

Примечание –_____

2.4 Расход холодоносителя по сети

№ п/п	№ участка трубопровода	Наименование холодоносителя	Расход холодоносителя, $м^3$/ ч		Отклонения, %	Примечание
			проект	факт		

Заключение – _____

2.5 Таблица настройки балансировочных клапанов

Индекс (номер) потребителя холода	Тип балансировочного клапана, диаметр, мм	Расход холодоносителя по рабочей документации, $м^3$/ч	Фактический расход холодоносителя, $м^3$/ч	Настройка (число оборотов шпинделя) балансировочного клапана	Примечание

2.6 Аксонометрическая схема трубопроводов системы отопления, теплоснабжения и холодоснабжения.

3 Выводы: _____

_____

_____

Приложение Е

Содержание технического отчета по наладке системы отопления (теплоснабжения, холодоснабжения)

1 Общая часть.

2 Краткая характеристика здания (цеха) и системы.

3 Паспорт системы отопления, теплоснабжения и холодоснабжения (по форме приложения Д).

4 Результаты испытаний.

5 Выводы и рекомендуемые мероприятия.

6 Чертежи:

- планы помещений (цеха) с нанесением схемы расположения системы;
- аксонометрическая схема трубопроводов системы.

7 Таблицы:

- характеристика отопительного (теплового, холодильного) оборудования;
- регламент предпусковых и пусковых контрольных проверок холодильной установки №___
- результат наладки насоса;
- результат настройки расширительных баков;
- результат настройки предохранительных клапанов;
- результат настройки балансировочных вентилей.

Примечание – Если объем материала, вносимого в таблицу, не превышает 5 строк, то материал можно излагать без оформления таблицы.

8 Краткие указания по эксплуатации оборудования по результатам наладки системы отопления (теплоснабжения, холодоснабжения).

Библиография

[1]	Градостроительный кодекс РФ	
[2]	Гражданский кодекс РФ	
[3]	Санитарные нормы Российской Федерации СН 2.2.4/2.1.8.562-96	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и территорий жилой застройки
[4]	ПБ 10-115-96	Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 18 апреля 1995 г. № 20 и изменены Постановлением Госгортехнадзора России от 2 сентября 1997 г. № 25
[5]	Свод правил по проектированию и строительству СП 23-101-2004	Проектирование тепловой защиты зданий
[6]	ПОТР М-015-2000	Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных установок
[7]	Технические условия ТУ 4215-004-70203816-2009	Газоанализаторы серии ПКГ-4
[8]	Технические условия ТУ 25-7310.0063-2009	Манометры дифференциальные сильфонные ДСП и ДСС
[9]	Технические условия ТУ 25-05-1664-74	Манометры и вакуумметры деформационные образцовые с условными шкалами типов МО и ВО

ОКС 91.140

Виды работ 15.2, 15.4, 18.3 по приказу Минрегиона России от 30.12.2009 № 684.

Ключевые слова: стандарт организации, Национальное объединение строителей, инженерные сети зданий и сооружений внутренние, отопление, теплоснабжение, холодоснабжение, испытание, наладка

Издание официальное

Рекомендации

Инженерные сети

зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПЫТАНИЮ И НАЛАДКЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Р НОСТРОЙ 2.15.4-2011

Тираж 400 экз. Заказ № 488/11/12

Подготовлено к изданию в ООО Издательство «БСТ»

107996, Москва, ул. Кузнецкий мост, к. 688; тел./факс: (495) 626-04-76; e-mail: gost.e-ecolog.ru

Отпечатано в типографии ТД "БОГЕНПРИНТ"

gost.e-ecolog.ru