ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71460— 2024

ВЕНТИЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ. КОНДИЦИОНЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНЫЕ

Оценка эксплуатационных характеристик отдельных блоков и компонентов

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 061 «Вентиляция и кондиционирование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 сентября 2024 г. № 1221-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений европейского регионального стандарта ДИН ЕН 13053:2020 «Вентиляция для зданий. Установки обработки воздуха. Оценка эксплуатационных характеристик отдельных агрегатов, компонентов, секций» (DIN EN 13053:2020 «Ventilation for buildings — Air handling units — Rating and performance for units, components and sections», NEQ)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения и сокращения 5
5 Оценка эксплуатационных характеристик кондиционера в целом 6
5.1 Общие положения 6
5.2 Определение аэродинамических характеристик 6
5.3 Определение акустических характеристик 10
5.4 Определение внутренней удельной мощности вентилятора для вентиляционных компонентов SFP_{int} 14
5.5 Допустимые отклонения 22
5.6 Протокол испытаний 25
6 Оценка рабочих характеристик блоков и компонентов 25
6.1 Общие положения 25
6.2 Корпус 25
6.3 Вентиляторные блоки 28
6.4 Теплообменники 30
6.5 Блоки рекуперации тепла 31
6.6 Блоки воздухорегулирования 33
6.7 Блоки приемно-смесительные 34
6.8 Блоки увлажнения 37
6.9 Блоки фильтрации 39
6.10 Блоки пассивного шумоглушения 41
7 Повышенные гигиенические требования для специальных помещений 41
7.1 Общие положения 41
7.2 Доступность 41
7.3 Гладкость поверхностей 41
7.4 Смотровые окна и освещение 41
7.5 Дренаж, предотвращение образования конденсата, увлажнители 41
7.6 Утечка воздуха 42
8 Инструкции по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию 42
8.1 Монтаж 42
8.2 Эксплуатация и обслуживание 42
8.3 Документация и маркировка 42
Приложение А (справочное) Измерение статического давления 43
Приложение Б (справочное) Измерение электрической мощности, потребляемой вентилятором . . . 45
Приложение В (справочное) Кондиционеры центральные. Рекуперация тепла. Характеристики 48
Приложение Г (справочное) Кондиционеры центральные. Рекуперация тепла. Размораживание. Требования и проведение испытаний 52
Библиография 55

Введение

Настоящий стандарт применим к центральным кондиционерам, которые используют для вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях, предназначенных для нахождения в них людей. Настоящий стандарт устанавливает эксплуатационные характеристики установок обработки воздуха, а также требования к отдельным блокам и компонентам, включая требования гигиены.

Место в инженерном обеспечении зданий, на которое распространяется действие настоящего стандарта, показано на рисунке ниже.



Действие настоящего стандарта в инженерном обеспечении зданий

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЕНТИЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ. КОНДИЦИОНЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНЫЕ

Оценка эксплуатационных характеристик отдельных блоков и компонентов

Ventilation for buildings. Central air conditioner. Rating and performance for units, components and sections

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования и методы испытаний для определения эксплуатационных характеристик центральных кондиционеров (далее — кондиционеров)[1)]. Настоящий стандарт устанавливает требования, классификации и методы испытаний блоков и компонентов кондиционеров.

Положения настоящего стандарта применимы:

- как для лабораторных испытаний, так и для испытаний, проводимых в местах эксплуатации;
- для кондиционеров серийного производства, а также изготовленных по специальному заказу;
- к кондиционерам и отдельным блокам с расчетным расходом воздуха более 250 м^3/ч;
- к приточным и вытяжным вентиляционным установкам с дополнительными компонентами обработки воздуха помимо фильтрации.

Требования настоящего стандарта не распространяются:

- на приточные, вытяжные вентиляционные установки и кондиционеры с приточно-вытяжной вентиляционной установкой для жилых помещений;
- приточные и вытяжные вентиляционные установки для нежилых помещений, состоящие только из корпуса и вентилятора с фильтром или без фильтра.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.586.1 (ИСО 5167-1:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 1. Принцип метода измерений и общие требования

ГОСТ 10921 Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний

ГОСТ 28100 (ИСО 7235:2003) Акустика. Измерения лабораторные для заглушающих устройств, устанавливаемых в воздуховодах, и воздухораспределительного оборудования. Вносимые потери, потоковый шум и падение полного давления

ГОСТ 30457 (ИСО 9614-1—93) Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерение в дискретных точках. Технический метод

ГОСТ 30457.3 (ИСО 9614-3:2002) Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Часть 3. Точный метод для измерения сканированием

ГОСТ 31352 (ИСО 5136:2003) Шум машин. Определение уровней звуковой мощности, излучаемой в воздуховод вентиляторами и другими устройствами перемещения воздуха, методом измерительного воздуховода

ГОСТ 31353.1 (ИСО 13347-1:2004) Шум машин. Вентиляторы промышленные. Определение уровней звуковой мощности в лабораторных условиях. Часть 1. Общая характеристика методов

ГОСТ 31353.2 (ИСО 13347-2:2004) Шум машин. Вентиляторы промышленные. Определение уровней звуковой мощности в лабораторных условиях. Часть 2. Реверберационный метод

[1)] В международной практике вместо термина кондиционер центральный используют термин air handling unit или аббревиатуру AHU.

Издание официальное

ГОСТ 31353.3 (ИСО 13347-3:2004) Шум машин. Вентиляторы промышленные. Определение уровней звуковой мощности в лабораторных условиях. Часть 3. Метод охватывающей поверхности

ГОСТ 31353.4 (ИСО 13347-4:2004) Шум машин. Вентиляторы промышленные. Определение уровней звуковой мощности в лабораторных условиях. Часть 4. Метод звуковой интенсиметрии

ГОСТ ISO 3745 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для заглушенных и полузаглушенных камер

ГОСТ Р 70064.1 (ИСО 16890-1:2016) Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 1. Технические характеристики, требования и система классификации, основанная на эффективности улавливания взвешенных частиц (ePM)

ГОСТ Р 70064.2 (ИСО 16890-2:2016) Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 2. Определение фракционной эффективности и перепада давления

ГОСТ Р 70064.3 (ИСО 16890-3:2016) Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 3. Определение зависимости пылезадерживающей способности и перепада давления от массы уловленной контрольной пыли

ГОСТ Р 70064.4 (ИСО 16890-4:2016) Фильтры очистки воздуха общего назначения. Часть 4. Метод кондиционирования для определения минимальной фракционной эффективности

ГОСТ Р 71461 Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Аэродинамические испытания клапанов

ГОСТ Р ЕН 308 Теплообменники. Методы испытаний для определения критериев мощности установок регенерации тепла из смеси воздух/воздух и воздух/отработанный газ

ГОСТ Р ИСО 3741 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер

ГОСТ Р ИСО 3743-1 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях. Часть 1. Метод сравнения для испытательного помещения с жесткими стенами

ГОСТ Р ИСО 3744 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью

ГОСТ Р ИСО 3746 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Ориентировочный метод с использованием измерительной поверхности над звукоотражающей плоскостью

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

центральный кондиционер воздуха[1)] (central air conditioner): Кондиционер воздуха, конструкция которого предусматривает установку его вне обслуживаемого помещения и возможность обслуживания одного или нескольких помещений.

[ГОСТ 22270—2018 , статья 2.57.8]

[1)] По тексту стандарта также применено упрощенное понятие — кондиционер.

3.2 **однонаправленный кондиционер** (unidirectional air conditioner): Приточная или вытяжная вентиляционная установка с однонаправленным потоком воздуха.

Примечание — Могут быть установлены требования к характеристикам воздуха на выходе.

3.3 **блок кондиционера** (unit section central air conditioner): Базовый элемент кондиционера, состоящий из одного или нескольких функциональных компонентов, размещенных в одном корпусе.

3.4 **компонент кондиционера** (component central air conditioner): Наименьший функциональный элемент кондиционера.

3.5 **корпус кондиционера** (casing central air conditioner): Обычно коробчатая ограждающая конструкция, внутри которой монтируются компоненты.

3.6 **блок воздухорегулирования** (air distribution section): Блок кондиционера, оборудованный воздушным клапаном и выполняющий функции приема и регулирования подачи воздуха.

3.7 **блок приемно-смесительный** (mixing section): Блок, в котором происходит контролируемое смешение или разделение поступающих потоков воздуха.

Примечания

1 Обычно приемно-смесительный блок состоит из камеры смешения и воздушных клапанов для каждого воздушного потока.

2 Приемно-смесительные блоки позволяют организовать в кондиционере сложные схемы рециркуляции, объединяя наружный и рециркуляционный воздух или выбросной и рециркуляционный.

3.8 **блок фильтрации** (filter section): Блок, в котором расположены фильтры для очистки воздуха от взвешенных частиц с приспособлениями для крепления рамы фильтра к корпусу.

3.9 **блок рекуперации тепла** (heat recovery section): Блок, в котором теплота передается от одного воздушного потока к другому в поверхностных рекуперативных теплообменниках либо напрямую, либо с использованием промежуточного теплоносителя.

3.10 **воздухонагреватель** (heating coils): Теплообменник, в котором теплота передается от теплоносителя к воздуху.

3.11 **воздухоохладитель** (cooling coils): Теплообменник, в котором теплота передается от воздуха к охлаждающей среде.

3.12 **блок шумоглушения** (sound attenuation section): Блок, в котором снижается уровень шума, передаваемого в воздуховод или окружающее пространство.

3.13 **блок увлажнения** (humidifier section): Блок, в котором увеличивается влагосодержание воздуха при контакте с водой или паром.

3.14 **блок вентиляторный** (fan section): Блок, в котором установлен один или несколько вентиляторов, обеспечивающих перемещение воздуха.

3.15 **обработка воздуха** (air treatment): Контролируемый процесс, в ходе которого изменяется один или несколько параметров обрабатываемого воздуха, такие как содержание пыли, влаги, газов, аэрозолей, количества бактерий и вирусов, температуры, влагосодержания.

3.16 **охлаждение** (cooling): Отвод скрытой и/или явной теплоты.

3.17 **осушение** (dehumidification): Управляемое снижение влагосодержания воздуха.

3.18 **фильтрация** (filtration): Снижение содержания пыли, газов, аэрозолей, бактерий и вирусов в потоке воздуха.

3.19 **нагревание** (heating): Передача теплоты от одного объекта или среды к другой среде.

3.20 **увлажнение** (humidification): Управляемое увеличение содержания водяных паров в потоке воздуха или пространстве.

3.21 **шумоглушение** (sound attenuation): Управляемое снижение уровня звуковой мощности.

3.22 **поток воздуха**[1)] (air flow): Движение воздуха в определенных границах, например в воздуховодах.

3.23 **объемный расход воздуха** (air volume flow rate): Объем воздуха, проходящий за единицу времени через заданную площадь сечения.

3.24 **массовый расход воздуха** (air mass flow rate): Масса воздуха, проходящая за единицу времени через заданную площадь сечения.

[1)] Для удобства изложения текста по ходу стандарта также применено эквивалентное понятие воздушный поток.

3.25 **байпасная утечка** (bypass leakage): Нежелательное и неконтролируемое проникновение необработанного воздуха в обработанный через неплотности.

Пример — Протечки через неплотности в примыкании фильтров или теплообменников к корпусу.

3.26 **тепловой коэффициент размораживания** (defrosting heat factor): Отношение между теплотой, передаваемой в систему подачи воздуха, и теплотой, извлекаемой из удаляемого воздуха, без учета затрат теплоты для размораживания теплообменника.

3.27 **полное давление кондиционера p_u** (unit pressure): Разность между полным давлением на выходе и входе кондиционера.

3.28 **статическое давление кондиционера p_{us}** (unit static pressure): Разность между статическим давлением на выходе из кондиционера и полным давлением на входе.

3.29 **внешний перепад статического давления $\Delta p_{s,ext}$** (external static pressure difference): Разность статических давлений на выходе и входе кондиционера.

3.30 **коэффициент эффективности увлажнения** (humidification efficiency): Соотношение между массой воды, испаряемой увлажнителем, и теоретической массой, необходимой для достижения состояния насыщения при заданной температуре.

3.31 **кондиционер серийного производства** (mass produced air handling unit): Кондиционер однообразной конструкции, изготовленный в рамках одного производственного процесса, имеющий стандартный диапазон рабочих характеристик, для которого место установки не определено.

Примечание — Кондиционеры серийного производства разработаны для применения в неопределенном месте и обычно производятся большими партиями, диапазон их производительности рассчитан для зданий различного назначения и/или для различного применения.

3.32 **кондиционер, изготовленный по специальному заказу** (tailor made air handling unit): Кондиционер, спроектированный и изготовленный под конкретный заказ с определенными характеристиками, для определенной цели и известного места установки.

3.33 **номинальное внешнее давление** (nominal external pressure): Заявленный изготовителем расчетный внешний перепад статического давления при номинальном расходе воздуха.

3.34 **вентиляционные компоненты** (ventilation components): Компоненты, необходимые для выполнения кондиционером своих функций.

3.35 **невентиляционные компоненты** (non-ventilation components): Все компоненты кондиционера, не являющиеся вентиляционными.

3.36 **внутренний перепад статического давления вентиляционных компонентов $\Delta p_{s,int}$** (internal pressure difference of ventilation components): Сумма перепадов статического давления компонентов кондиционера при номинальном расходе воздуха.

3.37 **внутренний перепад статического давления дополнительных невентиляционных компонентов $\Delta p_{s,add}$** (internal pressure difference of additional non-ventilation components): Остаток от суммы всех внутренних перепадов статического давления при номинальном расходе после вычитания внутреннего перепада статического давления вентиляционных компонентов.

3.38 **внутренняя удельная мощность вентилятора для вентиляционных компонентов SFP_{int}** (internal specific fan power of ventilation components): Отношение величин внутреннего перепада статического давления вентиляционных компонентов и эффективности вентилятора в составе кондиционера.

3.39 **номинальная рабочая точка** (nominal duty point): Точка заявленного расчетного расхода воздуха при стандартных условиях и заявленном внешнем давлении, которая используется для оценки SFP_{int} и тепловой эффективности кондиционера.

3.40 **номинальный расход воздуха** (nominal air flow): Заявленный расход воздуха в номинальной рабочей точке.

3.41 **базовая конфигурация приточно-вытяжного кондиционера** (reference configuration of a bidirectional non residential ventilation unit): Кондиционер, оснащенный как вытяжным, так и приточным вентиляторами с регулируемой частотой вращения или приводами с регулировкой скорости, системой рекуперации тепла (СРТ), фильтром тонкой очистки со стороны приточного воздуха (с эффективностью улавливания взвешенных частиц не менее ${}_ePM_1$ 50 %) и фильтром средней очистки на стороне вытяжного воздуха (с эффективностью улавливания взвешенных частиц не менее ${}_ePM_{10}$ 50 %).

Примечание — Эффективность улавливания взвешенных частиц по ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4.

3.42 **базовая конфигурация однонаправленного кондиционера** (reference configuration of a unidirectional non residential ventilation unit supply air): Кондиционер, оснащенный одним или несколькими вентиляторами с регулируемой частотой вращения или приводом с регулируемой скоростью, опционно оснащенный фильтром тонкой очистки (с эффективностью улавливания взвешенных частиц не менее $_ePM_1$ 50 %).

Примечание — Эффективность улавливания взвешенных частиц по ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4.

3.43 **базовая конфигурация вытяжного кондиционера** (reference configuration of a unidirectional non residential ventilation unit exhaust air): Кондиционер, оснащенный одним или несколькими вытяжными вентиляторами с регулируемой частотой вращения или приводом с регулируемой скоростью, опционно оснащенный фильтром (класс фильтра не нормирован).

3.44 **стандартный воздух** (standard air): Сухой воздух при 20 °С и стандартном барометрическом давлении в 101,325 кПа, с плотностью в 1,204 кг/м^3.

3.45 **калиброванный вентилятор** (stand-alone fan): Вентилятор, реальные характеристики которого определены на испытательном стенде.

Примечание — Испытательный стенд — в соответствии с ГОСТ 10921.

4 Обозначения и сокращения

4.1 В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

A	—	площадь поперечного сечения воздуховода в месте проведения измерения, м^2;
E	—	поправка на выходное сечение воздуховода, дБ;
f	—	частота, Гц;
h	—	удельная энтальпия воздуха, кДж/кг;
n	—	количество измерений за определенное время;
L_p	—	уровень звукового давления, дБ;
L_w	—	уровень звуковой мощности, дБ;
L_{wa}	—	корректированный уровень звуковой мощности, дБА;
n_{fan}	—	частота вращения вентилятора, с$^{-1}$
P_{el}	—	потребляемая электрическая мощность вентилятора, Вт;
$P_{el,aux}$	—	потребляемая электрическая мощность дополнительных элементов, Вт;
$P_{el,int}$	—	потребляемая электрическая мощность на внутренний перепад статического давления вентиляционных компонентов, Вт;
Pm_{ref}	—	контрольная величина потребляемой мощности, Вт;
p_a	—	атмосферное давление, Па;
p_d	—	динамическое давление, Па;
p_s	—	статическое давление, Па;
p_t	—	полное давление, Па;
p_v	—	парциальное давление водяного пара в воздухе, Па;
c	—	скорость распространения звука в воздухе, м/с;
p_u	—	полное давление кондиционера, Па;
p_{us}	—	статическое давление кондиционера, Па;
q_d	—	массовый расход при отводе излишков воды, кг/с;
q_m	—	массовый расход воздуха, кг/с;
q_v	—	объемный расход воздуха, м^3/с;
q_{vm}	—	измеренный и преобразованный объемный расход воздуха, м^3/с;
q_{vs}	—	заданный объемный расход воздуха, м^3/с;

q_w — массовый расход воды на входе, кг/с;

S — площадь сечения, м^2;

SFP_{int} — внутренняя удельная мощность вентилятора для вентиляционных компонентов, Вт/(м^3/с);

u — погрешность измерений, %;

U — диапазон значений равномерности потока;

v — рассчитанная средняя скорость в определенной плоскости поперечного сечения воздуховода в месте проведения измерения, м/с;

x — абсолютная влажность, г/кг;

$\Delta p_{s,ext}$ — внешний перепад статического давления, Па;

$\Delta p_{s,fan}$ — перепад статического давления вентилятора, Па;

$\Delta p_{s,int}$ — внутренний перепад статического давления вентиляционных компонентов, Па;

ε — коэффициент эффективности системы рекуперации тепла;

ε_D — тепловой коэффициент размораживания;

η_D — эффективность кондиционера с учетом потерь давления в системе рекуперации;

η_e — энергетический КПД;

η_{ea} — годовая энергоэффективность;

$\eta_{s,fan}$ — статический КПД встроенного вентилятора;

η_{mix} — коэффициент температурного перемешивания;

η_t — температурный КПД;

ρ — плотность воздуха, кг/м^3;

ρ_{st} — плотность воздуха при стандартных воздушных условиях, кг/м^3;

Ω — пространственный угол излучения от испытательного отверстия (оконцовки воздуховода);

ОВК — отопление, вентиляция, кондиционирование;

СРТ — система рекуперации тепла;

КИПиА — контрольно-измерительные приборы и аппаратура;

КОЕ — колониеобразующая единица;

ЦК — центральный кондиционер.

5 Оценка эксплуатационных характеристик кондиционера в целом

5.1 Общие положения

Поскольку характеристики всего кондиционера не могут быть определены, как сумма показателей его отдельных блоков и компонентов, следует применять методы, установленные ниже. В отдельных случаях, по согласованию, с целью определения значения SFP_{int}, указанные методы могут быть применены и в отношении какой-то определенной части кондиционера.

Методы, установленные в 5.2, направлены, в том числе, на измерение расхода воздуха, давления и потребляемой мощности. Путем выбора соответствующей схемы испытания можно расширить и включить также измерение уровня шума, передаваемого от кондиционера в воздуховоды при известном расходе воздуха в соответствии с методами, установленными в 5.3.

5.2 Определение аэродинамических характеристик

5.2.1 Метод испытаний

5.2.1.1 Испытания следует проводить в соответствии с одним из методов, установленных в ГОСТ 10921 (см. также [1]). Наиболее подходящие испытательные стенды типов B, C или D следует выбрать с учетом места монтажа кондиционера, его геометрии и имеющихся возможностей.

Применяемые типы испытательных стендов для определения аэродинамических характеристик по ГОСТ 10921:

а) тип B: свободный вход, выход в воздуховод;

б) тип C: вход из воздуховода, свободный выход;

в) тип D: вход из воздуховода, выход в воздуховод.

5.2.1.2 Стенд для проведения испытаний, а также воздуховоды и другое оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 10921.

5.2.2 Характеристики и значение показателей

5.2.2.1 Характеристики кондиционера определяют зависимости между:

а) полным давлением кондиционера (расчетная характеристика) и объемным расходом воздуха — для кондиционеров, которые установлены или предполагаются к монтажу в соответствии со схемами[1)] B и D;

б) статическим давлением кондиционера (расчетная характеристика) и объемным расходом воздуха — для кондиционеров, которые установлены или предполагаются к монтажу в соответствии со схемой[1)] C;

в) потребляемой электрической мощностью и объемным расходом воздуха.

Примечание — Если электродвигатель оборудован частотным преобразователем, то при проведении расчетов потребляемая мощность частотного преобразователя должна входить в состав потребляемой мощности электродвигателя.

При проведении расчетов значения давления и расхода должны быть пересчитаны для стандартных атмосферных (воздушных) условий. Эти характеристики должны быть представлены вместе с номинальной частотой вращения вентилятора без поправок на регулирование скорости во время проведения испытаний.

5.2.2.2 Значения показателей

а) Объемный расход воздуха q_v измеряют одним из методов, установленных в ГОСТ 10921, ГОСТ 8.586.1 и [1].

б) Полное давление p_u и статическое давление p_{us} кондиционера определяют на основании измерений, установленных в 5.2.3.2. Размер воздуховода должен соответствовать размеру, указанному изготовителем.

Примечание — Может применяться упрощенный метод расчета[2)] параметров для кондиционеров, создающих давление ниже 2000 Па, с числом Маха менее 0,15.

Полное давление кондиционера p_u рассчитывают по формуле

$$p_u = p_{t2} - p_{t1} = p_{s2} - p_{s1} + p_{d2} - p_{d1}. \quad (1)$$

Статическое давление кондиционера p_{us}, рассчитывают по формуле

$$p_{us} = p_{s2} - p_{t1} = p_{s2} - p_{s1} - p_{d1}, \quad (2)$$

где p_{t2} — сумма статического и динамического давления на выходе из кондиционера, Па;

p_{s2} — статическое давление на выходе из кондиционера, Па;

p_{d2} — динамическое давление на выходе из кондиционера, Па;

p_{t1} — сумма статического и динамического давления на входе в кондиционер, Па;

p_{s1} — статическое давление на входе в кондиционер, Па;

p_{d1} — динамическое давление на входе в кондиционер, Па.

в) Плотность воздуха ρ рассчитывают по формуле

$$\rho = \frac{p_a - 0{,}378 p_v}{287(273 + t_a)}, \quad (3)$$

---

1) Схема монтажа соответствует схеме испытательного стенда по ГОСТ 10921.

2) Упрощенные методы расчета установлены в [1].

где p_a — атмосферное давление, Па;

p_v — парциальное давление водяного пара в воздухе, Па;

287 — удельная газовая постоянная сухого воздуха, Дж/(кг·К);

t_a — температура по сухому термометру, °С.

г) Температуру воздуха t_a следует измерять в точке измерения расхода.

д) Частоту вращения вентилятора n_{fan} следует измерять в каждой контрольной точке.

е) Потребляемую электрическую мощность электродвигателя P_{el} вентилятора следует измерять в каждой контрольной точке. Подведенное напряжение и силу тока для каждой фазы следует регистрировать при проведении измерений.

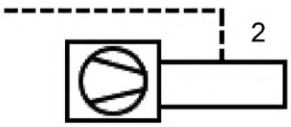
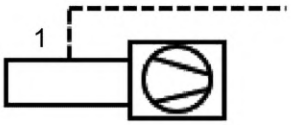
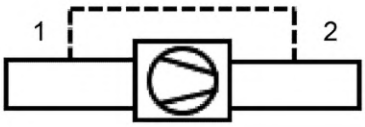
ж) Перепад статического давления вентилятора $\Delta p_{s,fan}$ следует определять в номинальной рабочей точке.

5.2.2.3 Определение внешнего перепада статического давления $\Delta p_{s,ext}$

Необходимо регистрировать внешний перепад статического давления $\Delta p_{s,ext}$ при определении SFP_{int}, и КПД вентилятора. Параметр $\Delta p_{s,ext}$ можно определить либо непосредственно с учетом требований к измерениям, установленных в 5.2.3.2, либо на основании полученных значений расхода и давления воздуха.

Взаимосвязь между внешним перепадом статического давления, расходом воздуха, давлением и статическим давлением кондиционера представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Определение внешнего перепада статического давления

Тип стенда (монтажа)	Графическое изображение	Взаимосвязь $\Delta p_{s,ext}$ при		
		непосредственном измерении	расчете по статическому давлению, p_{us}	расчете по давлению, p_u
B		p_{s2}	p_{us}	$p_u - \frac{\rho_{st}}{2} \cdot v_2^2$
C		$-p_{s1}$	$p_{us} + \frac{\rho_{st}}{2} \cdot v_1^2$	—
D		$p_{s2} - p_{s1}$	$p_{us} + \frac{\rho_{st}}{2} \cdot v_1^2$	$p_u - \frac{\rho_{st}}{2} \cdot (v_2^2 - v_1^2)$

Примечание — p_{s1} — статическое давление на входе (перепад давления относительно давления окружающей среды, Па);

p_{s2} — статическое давление на выходе (перепад давления относительно давления окружающей среды, Па);

ρ_{st} — плотность воздуха, равная 1,2 кг/м^3, соответствующая воздуху в стандартных условиях (20 °С, 101325 Па);

v — рассчитанная средняя скорость в воздуховоде в определенной плоскости поперечного сечения в месте проведения измерения, м/с.

5.2.3 Процедура измерений

5.2.3.1 Условия для проведения измерений

а) Общие положения

Клапаны, регулирующие движение воздуха в испытуемой части кондиционера, должны быть полностью открыты. Клапаны, формирующие другой воздушный контур, например, рециркуляционные клапаны, должны быть полностью закрыты.

Там, где это предусмотрено конструкцией, элементы кондиционера должны быть оснащены фильтрами (см. 6.9.2) и теплообменниками. Если нет отрицательного влияния на внутреннее давление бло-

ка, средний перепад давления на фильтре должен быть смоделирован путем увеличения внешнего общего перепада давления агрегата на значение, равное разнице между номинальным средним и начальным перепадом давления на фильтре.

Для того, чтобы определить характеристики кондиционера с задействованным фильтром, при расчетах следует добавить дополнительный перепад давления для имитации задействованного фильтра во время проведения испытаний.

Аэродинамические характеристики серийно выпускаемых кондиционеров следует измерять с установленными чистыми фильтрами. Проектанту оборудования следует учитывать засоренность фильтра при определении рабочей точки.

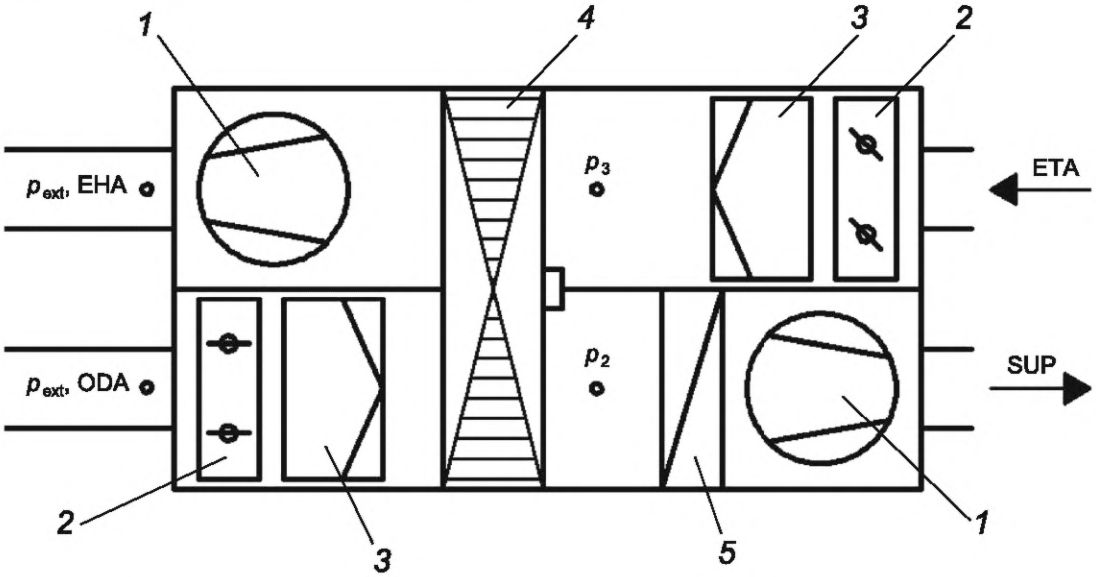
б) Испытание кондиционера с рекуперацией тепла

1) Общие положения

Испытания следует проводить с учетом утечек между воздушными потоками.

2) Испытание кондиционера в сборе

Схематично испытание кондиционера в сборе показано на рисунке 1.



EHA — удаляемый воздух; ODA — наружный воздух; ETA — вытяжной воздух; SUP — приточный воздух; *1* — вентилятор; *2* — многостворчатый клапан; *3* — фильтр; *4* — рекуператор; *5* — воздухонагреватель/воздухоохладитель

Рисунок 1 — Испытание кондиционера в сборе

Расход воздуха следует измерять на сторонах приточного и вытяжного воздуха. Значение внешнего давления следует установить на проектную величину. Если не указано иное, значение перепада давления на стороне наружного воздуха и на стороне удаляемого воздуха устанавливают в 50 Па. Остаток внешнего давления устанавливают на отверстиях вытяжного и приточного воздуха. Чтобы не допустить утечек из вытяжного воздуха в приточный, давление p_2 должно быть выше давления p_3. Давления p_2 и p_3 измеряют. Ответственность за возможные утечки и дополнительный перепад давления несет изготовитель.

3) Испытание одного воздушного потока

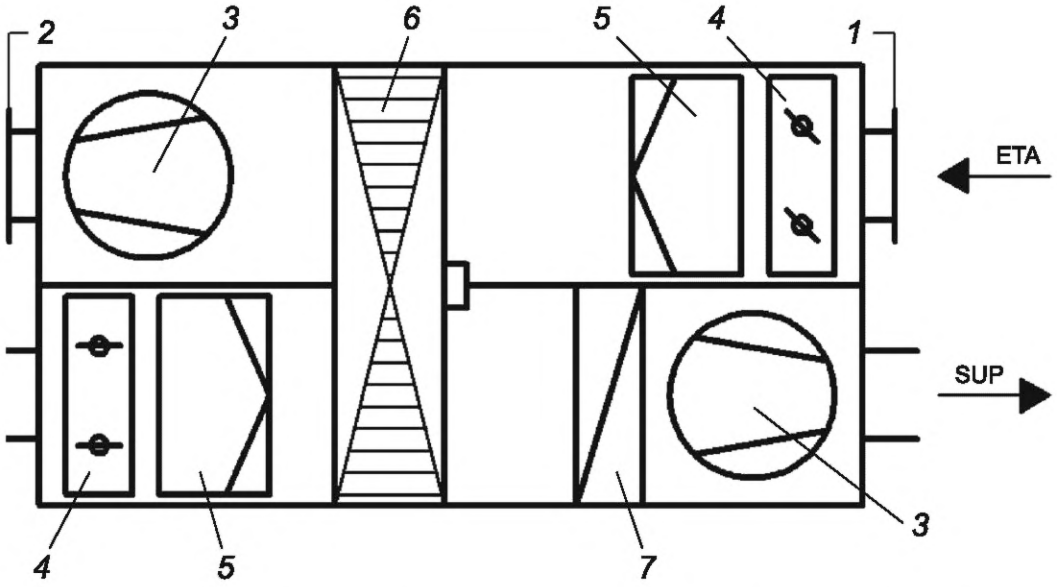
Схема испытания одного воздушного потока показана на рисунке 2.

Если проводят испытания только одного воздушного потока, то отверстия противоположного воздушного потока должны быть закрыты герметичными пластинами.

5.2.3.2 Измерения

По ходу проведения испытания измеряют атмосферное давление и температуру. Места и способы измерений установлены ГОСТ 10921 (см. также [1]). Число измерений в контрольных точках должно быть достаточным для построения характеристики во всем рабочем диапазоне или в заданной точке в зависимости от задач испытания.

Частоту вращения вентилятора и потребляемую электрическую мощность электродвигателя необходимо регистрировать для каждой контрольной точки.



1 — пластина на входе; *2* — пластина на выходе; *3* — вентилятор; *4* — многостворчатый клапан; *5* — фильтр; *6* — рекуператор; *7* — воздухонагреватель/воздухоохладитель; ETA — вытяжной воздух; SUP — приточный воздух

Рисунок 2 — Испытание одного воздушного потока кондиционера

5.3 Определение акустических характеристик

5.3.1 Общие положения

5.3.1.1 Акустические испытания

а) Методы испытаний

Измерения шума проводят в диапазоне частот 100—10 000 Гц для третьоктавных полос и 125—8000 Гц для октавных полос частот.

Реверберационные методы испытаний установлены в ГОСТ 31353.2, ГОСТ Р ИСО 3741, ГОСТ Р ИСО 3743-1.

Методы испытаний с использованием свободного звукового поля установлены в ГОСТ 31353.3, ГОСТ Р ИСО 3744, ГОСТ ISO 3745, ГОСТ 30457.

Методы звуковой интенсиметрии установлены в ГОСТ 31353.4, ГОСТ 30457.3.

Метод измерительного воздуховода установлен в ГОСТ 31352.

Рекомендуется применять точные методы в соответствии с ГОСТ Р ИСО 3741, ГОСТ ISO 3745, ГОСТ 30457.3 (при выполнении условий для применения точного метода), поскольку они характеризуются наименьшей неопределенностью измерений. Также допускаются измерения с использованием технических методов по ГОСТ Р ИСО 3743-1, ГОСТ Р ИСО 3744, ГОСТ Р ИСО 3746 (при выполнении условий для технического метода), даже если при их применении неопределенность измерений выше, поскольку они представляют приемлемый уровень соотношения точности и затрат на проведение измерений.

б) Определение шума, излучаемого корпусом

Уровень шума, излучаемого корпусом кондиционера, следует определять в соответствии с методами испытаний, установленными в 5.3.1.1 а) и монтажом испытуемого образца в соответствии с 5.3.2.1.

Примечание — В случае, если у кондиционера есть свободные (не предполагаемые к присоединению к воздуховодам) входы и выходы, в значение уровня шума, излучаемого корпусом, включают также шум, излучаемый от них.

в) Измерение шума в воздуховоде

Измерение уровня шума, который передается кондиционером к входному и выходному воздуховодам, следует проводить в соответствии с методами испытаний, установленными в 5.3.1.1 а) и монтажом испытуемого образца в соответствии с 5.3.2.2.

5.3.1.2 Рабочая точка

Кондиционер должен обеспечивать заданный рабочий режим в любом установленном месте, предусмотренном изготовителем.

5.3.1.3 Монтаж воздуховодов

Присоединяемые воздуховоды должны соответствовать размерам, установленным изготовителем для входных и выходных отверстий, и иметь одинаковое поперечное сечение на всем протяжении. Длина воздуховода должна составлять не менее трех его эквивалентных диаметров и не менее 2,6 м. Воздуховод может иметь как круглое, так и прямоугольное поперечное сечение, в соответствии с конфигурацией присоединительного фланца.

При проведении испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ 31352 следует предусмотреть соответствующие переходники для воздуховодов.

5.3.2 Требования к различным схемам проведения акустических испытаний

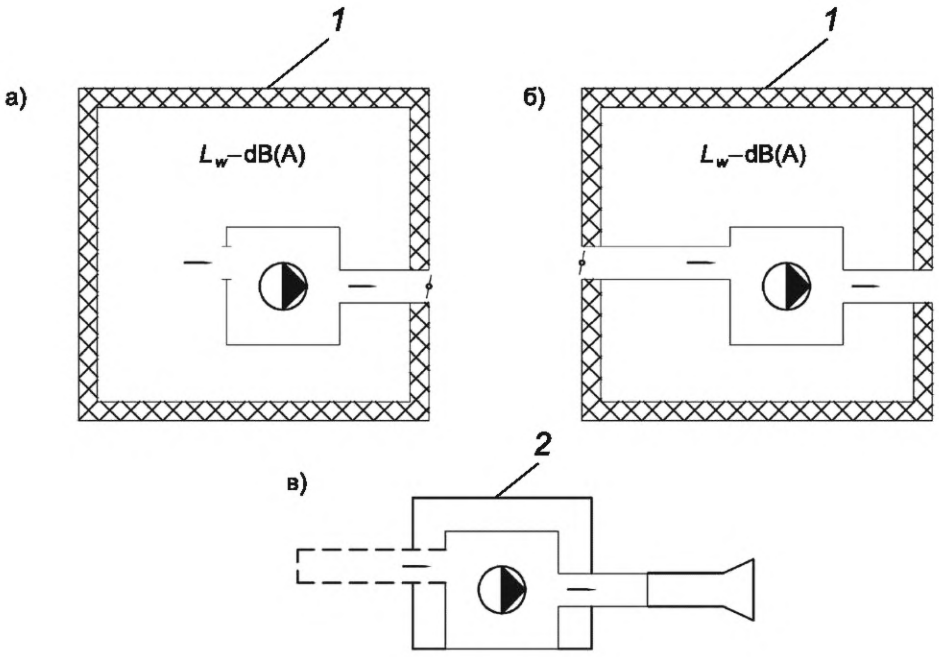
5.3.2.1 Определение шума, излучаемого корпусом и входным и выходным отверстиями

а) Испытательные схемы

Измерение уровня звуковой мощности, излучаемого воздушными отверстиями и корпусом кондиционера следует выполнять с использованием одной из установок, представленных на рисунке 3.

На рисунках 3а) и 3б) показаны схемы установок для проведения испытаний в реверберационной камере.

На рисунке 3в) показана схема установки для проведения испытаний методом свободного звукового поля.



1 — реверберационная камера; *2* — измерительная поверхность

Примечания

1 Рисунок 3а) — схема для установок с одним свободным выходом/входом.

2 Рисунок 3в) — входной воздуховод может быть присоединен дополнительно (опционально).

Рисунок 3 — Измерение шума, излучаемого входным и выходным отверстиями и корпусом кондиционера

б) Шум, излучаемый воздуховодом

Для исключения дополнительного шума, способного повлиять на результаты испытаний, в установках, показанных на рисунках 4а) и 4б) следует применять воздуховоды, имеющие конструкцию и изготовленные из материалов, обеспечивающих хорошую звукоизоляцию. Перед проведением испытания следует установить, что влияние шума воздуховода незначительное. В качестве звукоизоляции на внешней стороне воздуховода можно использовать слои специально подобранного акустического мате-

риала, которые следует наслаивать друг на друга до тех пор, пока величина шума самого воздуховода, влияющего на результат, будет составлять не более 1 дБ в заданном октавном диапазоне.

Примечание — Воздуховоды круглого сечения обеспечивают лучшую звукоизоляцию, чем прямоугольные, особенно в диапазоне низких и средних частот.

в) Дросселирующее устройство

Если для настройки испытуемого образца на рабочую точку необходимо применить дросселирующее устройство, то его следует установить таким образом, чтобы избежать его влияния на результат испытаний.

Примечание — Дросселирующее устройство может быть размещено на значительном удалении от испытуемого образца или находится за пределами акустической камеры.

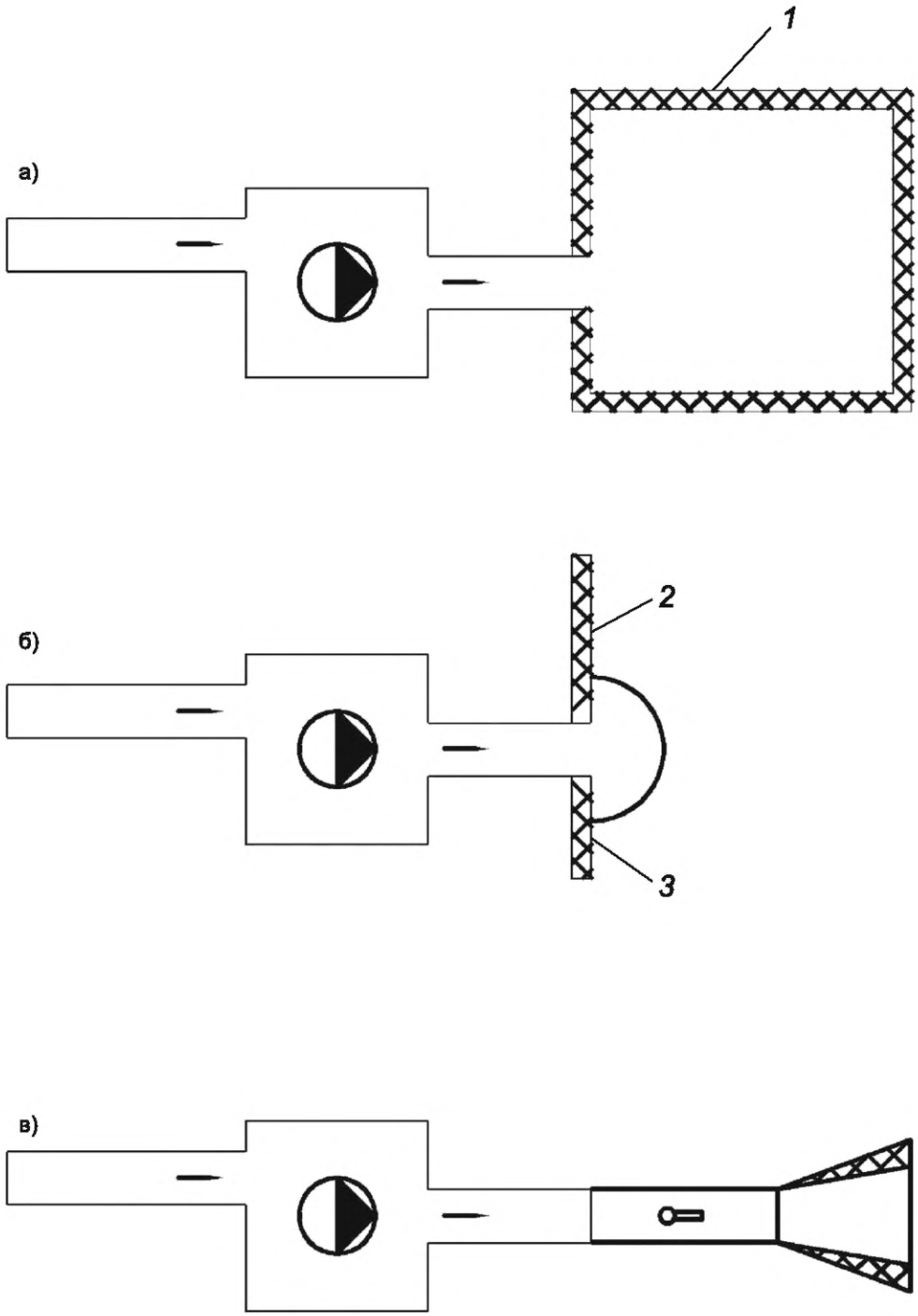
5.3.2.2 Определение шума, возникающего в воздуховоде

а) Схема испытаний

Измерение уровня звуковой мощности, излучаемой корпусом и воздушными отверстиями испытуемого кондиционера, следует выполнять с использованием одной из испытательных установок, показанных на рисунке 4:

- на рисунке 4а) показана схема установки для проведения испытаний в реверберационной камере;
- на рисунке 4б) показана схема установки для проведения испытаний с использованием свободного звукового поля, при этом конец воздуховода должен быть расположен заподлицо со стеной или перегородкой;
- на рисунке 4в) показана схема проведения испытаний с концевым поглощающим устройством. Такие измерения проводят в соответствии с ГОСТ 31352.

Если измерения проводят методами отличными от установленных в ГОСТ 31352, следует применять корректировку для воздуховода в соответствии с 5.3.2.2 г).



1 — реверберационная камера; *2* — звукоизолирующая перегородка; *3* — измерительная поверхность

Рисунок 4 — Измерение шума, передаваемого кондиционером в воздуховод

б) Дросселирующее устройство

Если для настройки кондиционера на рабочую точку необходимо использовать дросселирующее устройство, его следует расположить таким образом, чтобы уровень звукового давления, создаваемый дросселирующим устройством, был не менее чем на 10 дБ ниже уровня звукового давления в испытуемом воздуховоде от кондиционера. Рекомендуется установить шумоглушитель, чтобы уменьшить влияние шума, создаваемого дросселирующим устройством. Дросселирующее устройство не допускается размещать в воздуховоде, в котором проводят измерение.

в) Перегородка

Когда применяют методы испытаний с использованием свободного звукового поля, используют перегородку для моделирования отражающей плоскости (см. рисунок 4б)). Перегородка должна быть больше, чем огибающая поверхность, и быть достаточно большой, чтобы обеспечить барьер для шума, излучаемого кондиционером. Такая перегородка, используемая для имитации стены, должна быть сделана из отражающей пластины с звукопоглощением менее 0,1 и с минимальной длиной от испытуемого воздуховода в 1 м в каждом направлении.

Пример — Для воздуховода сечением (0,3 × 0,4) м потребуется перегородка с минимальным размером (2,3 × 2,4) м, при нахождении выходного отверстия воздуховода в центре перегородки.

г) Поправка на оконечность воздуховода

Конечное отражение происходит всякий раз, когда звук передается через резкое изменение в какой-либо области, например, в конце воздуховода в комнате или в свободном пространстве. Когда происходит конечное отражение, часть звука отражается обратно в воздуховод и не передается в измерительную камеру или пространство. По этой причине к измеренному уровню звуковой мощности применяют поправку на оконечность воздуховода. Поправку рассчитывают по формуле

$$E = 10\lg\left[1+\left(\frac{c}{4\pi f}\right)^2 \Omega\right], \quad (4)$$

где E — поправка на оконечность воздуховода, дБ;

f — частота звука, Гц;

c — скорость распространения звука в воздухе, м/с (344 м/с при 20 °С);

Ω — пространственный угол излучения от выходного отверстия воздуховода.

Пространственный угол Ω составляет:

- 4π — для воздуховода оканчивающегося в пространстве на расстоянии от измерительной поверхности не менее L_{HWL} (L_{HWL} — расстояние, равное половине длины волны центральной частоты самой низкой из рассматриваемых полос частот);
- 2π — для воздуховода, оканчивающегося заподлицо со стеной;
- π — для воздуховода, оканчивающегося заподлицо в углу двух стен (двугранный угол).

Такую поправку следует рассчитать для каждой полосы частот и добавить к каждой звуковой мощности, определенной за пределами воздуховода, чтобы получить спектр уровня звука внутри воздуховода.

5.4 Определение внутренней удельной мощности вентилятора для вентиляционных компонентов SFP_{int}

5.4.1 Общие положения

5.4.1.1 Методы испытаний

Для определения SFP_{int} на основании потерь давления в вентиляционных компонентах и полного статического КПД вентилятора существует два метода. SFP_{int} рассчитывают для исходной конфигурации.

Первый метод — «внутренний». Суть этого метода заключается в измерении перепада статического давления вентилятора и потерь давления в компонентах кондиционера через отводы для измерения статического давления. Такой метод можно применять в том случае, если внутри кондиционера между компонентами имеется достаточное пространство, что позволяет произвести точные измерения давления.

Второй метод — «внешний». Суть этого метода заключается в определении SFP_{int}, путем измерения характеристик вентилятора вне кондиционера. Такой метод следует применять в случае недостаточного пространства внутри кондиционера, что не позволяет провести измерения с достаточной точностью.

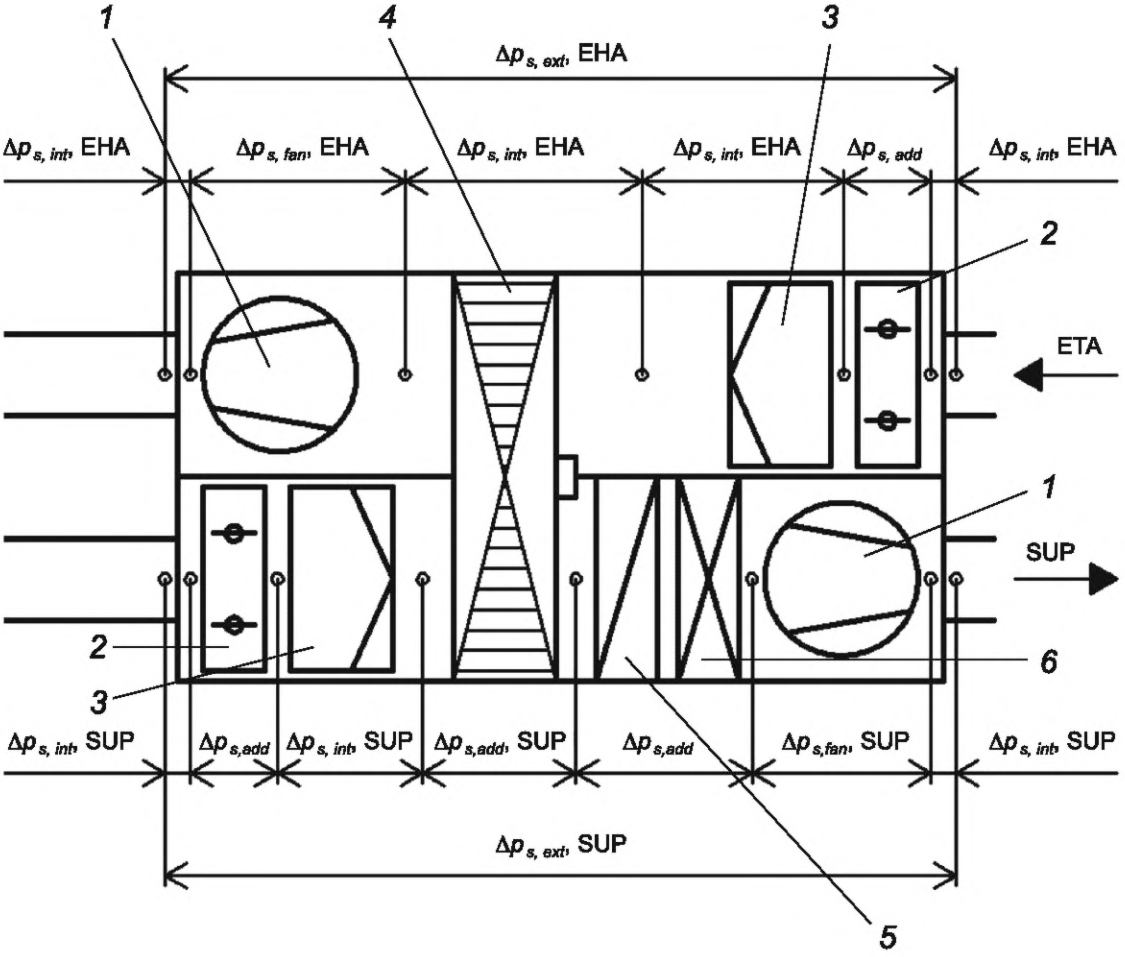
Для достижения заявляемым характеристикам SFP_{int} следует рассчитывать для исходной конфигурации кондиционера и для номинальной рабочей точки (см. 3.32, 3.38 и 3.39).

Применяемая испытательная схема, объемный расход воздуха, внешний перепад статического давления и эффективная потребляемая электрическая мощность привода вентилятора (включая частотный преобразователь, если имеется) должны соответствовать 5.2.

5.4.1.2 Значения показателей

Примечание — Положения, установленные ниже возможно применять с положениями, установленными в 5.2.2.2.

а) Необходимо измерить перепад статического давления Δp_x. Измерения следует проводить в соответствии с приложением А. На рисунке 5 показаны различные варианты определения перепада давления в кондиционере.



1 — вентилятор; *2* — многостворчатый клапан; *3* — фильтр; *4* — рекуператор; *5* — воздухонагреватель; *6* — воздухоохладитель; EHA — удаляемый воздух; ETA — вытяжной воздух; SUP — приточный воздух

Рисунок 5 — Точки перепада статического давления в кондиционере

б) Эффективную потребляемую электрическую мощность привода вентилятора P_{el}, следует измерять прибором с TRMS (истинное среднеквадратичное значение) и имеющим широкий частотный диапазон. Измерения следует проводить в соответствии с приложением Б. При проведении расчетов, в эффективную потребляемую электрическую мощность следует также включить потребляемую мощность частотного преобразователя (при наличии).

в) Внутреннюю удельную мощность вентилятора относительно вентиляционных компонентов SFP_{int} рассчитывают следующим образом.

- для однонаправленного кондиционера:

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,int}}{\eta_{s,fan}}, \quad (5)$$

где SFP_{int} — внутренняя удельная мощность вентилятора для вентиляционных компонентов, Вт/(м^3/с);

$\Delta p_{s,int}$ — внутренний перепад статического давления вентиляционных компонентов, Па;

$\eta_{s,fan}$ — статический КПД встроенного вентилятора (с учетом потерь в системе) в рассматриваемой рабочей точке устройства;

- для приточно-вытяжных кондиционеров:

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,int,SUP}}{\eta_{s,fan,SUP}} + \frac{\Delta p_{s,int,EHA}}{\eta_{s,fan,EHA}}, \quad (6)$$

где SFP_{int} — внутренняя удельная мощность вентилятора для вентиляционных компонентов, (Вт·с)/м^3;

$\Delta p_{s,int,SUP}$ — внутренний перепад статического давления для вентиляционных компонентов в приточном воздухе, Па;

$\eta_{s,fan,SUP}$ — статический КПД встроенного вентилятора (с учетом потерь в системе) в приточном воздухе в определенной рабочей точке;

$\Delta p_{s,int,EHA}$ — внутренний перепад статического давления для вентиляционных компонентов в удаляемом воздухе, Па;

$\eta_{s,fan,EHA}$ — статический КПД встроенного вентилятора (с учетом потерь в системе) в удаляемом воздухе в определенной рабочей точке устройства.

Если воздушная сторона (приточного и/или удаляемого воздуха) состоит из нескольких струй (например, специальные обтекаемые теплообменники), то SFP_{int,air_side} рассчитывают для каждой из сторон по формуле

$$SFP_{int,air_side} = \frac{P_{el,int,1} + P_{el,int,2} + ... + P_{el,int,n}}{q_{v,1} + q_{v,2} + ... + q_{v,n}}. \quad (7)$$

5.4.1.3 Условия для проведения измерений

Клапаны, регулирующие количество поступающего воздуха в испытуемой части кондиционера, должны быть полностью открыты. Клапаны, являющиеся частью другого воздушного контура, например, рециркуляционные клапаны, должны быть полностью закрыты.

Все элементы, включенные в конструкцию кондиционера, должны быть установлены по назначению. Фильтры должны быть чистыми (требуется начальный перепад давления на фильтрах), а теплообменники — сухими.

Измерения следует производить при постоянных номинальных расходах воздуха и постоянном внешнем давлении.

5.4.1.4 Рабочая точка

Каждый воздушный поток кондиционера следует настроить на его номинальную рабочую точку. Соответствующий внешний перепад статического давления определяют в соответствии с 5.2.2.3.

5.4.1.5 Измерения

Атмосферное давление и температуру измеряют в начале испытания. Дополнительные измерения этих параметров следует проводить, если продолжительность испытания превышает один час.

5.4.1.6 Оценка результатов

Все значения статического давления и потребляемой электрической мощности приводов вентиляторов должны быть приведены к стандартной плотности воздуха 1,2 кг/м^3 по следующим формулам:

$$\Delta p_{corr} = \Delta p_{TE} \frac{\rho_{st}}{\rho_{TE}}, \quad (8)$$

$$\Delta p_{el\ corr} = P_{el\ TE} \frac{\rho_{st}}{\rho_{TE}}, \quad (9)$$

где ρ_{st} — стандартная плотность воздуха 1,2 кг/м^3;

ρ_{TE} — измеренная плотность воздуха, кг/м^3;

Δp_{TE} — измеренный перепад статического давления, Па;

Δp_{corr} — откорректированный перепад статического давления, Па;

$P_{el\ TE}$ — измеренная потребляемая электрическая мощность, Вт;

$P_{el\ corr}$ — откорректированная потребляемая электрическая мощность, Вт.

5.4.2 Метод испытания

5.4.2.1 Испытания внутри кондиционера

а) Процедура измерений

Следует измерить объемный расход воздуха кондиционера, внешний перепад статического давления, перепады давления для отдельных компонентов и эффективную электрическую потребляемую мощность привода вентилятора в соответствии с 5.2, для каждого воздушного потока.

б) КПД встроенного вентилятора

КПД встроенного вентилятора, $\eta_{s,fan}$ — это статический КПД встроенного вентилятора (с учетом потерь в системе) в рассматриваемой рабочей точке устройства, который рассчитывают по формуле

$$\eta_{s,fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s,fan}}{P_{el}}, \quad (10)$$

где q_v — объемный расход воздуха, м^3/с;

P_{el} — потребляемая электрическая мощность вентилятора (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии), Вт;

$\Delta p_{s,fan}$ — перепад статического давления на вентиляторе, Па.

в) Расчет SFP_{int}

Внутреннюю удельную мощность вентилятора SFP_{int} для одного воздушного потока определяют по формуле

$$SFP_{int} = \frac{P_{el,int}}{q_v} = \frac{\Delta p_{s,int}}{\eta_{s,fan}}, \quad (11)$$

при этом, $P_{el,int}$ рассчитывают по формуле

$$P_{el,int} = \frac{P_{el}}{\Delta p_{s,fan}} \cdot \Delta p_{s,int}, \quad (12)$$

при этом, $\Delta p_{s,int}$ рассчитывают по формуле

$$\Delta p_{s,int} = \Delta p_{s,HRS} + \Delta p_{s,F} + \Delta p_{s,cas} = \Delta p_{s,fan} - \Delta p_{s,exp} - \Delta p_{s,add}, \quad (13)$$

где $\eta_{s,fan}$ — статический КПД встроенного вентилятора (с учетом потерь давления в системе) в рассматриваемой рабочей точке;

q_v — объемный расход воздуха, м^3/с;

P_{el} — потребляемая электрическая мощность вентилятора (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии), Вт;

$P_{el,int}$ — потребляемая электрическая мощность на перепад внутреннего давления вентиляционных компонентов (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии), Вт;

$\Delta p_{s,int}$ — перепад внутреннего давления на вентиляционных компонентах, Па;

$\Delta p_{s,HRS}$ — потери давления в системе рекуперации тепла, Па;

$\Delta p_{s,F}$ — потери давления в фильтре (чистом), Па;

$\Delta p_{s,cas}$ — потери давления в корпусе, Па;

$\Delta p_{s.fan}$ — перепад статического давления вентилятора, Па;

$\Delta p_{s.ext}$ — внешние потери давления (в воздуховодах), Па;

$\Delta p_{s,add}$ — дополнительные потери давления (например, в глушителе, увлажнителе), Па.

5.4.2.2 Испытания снаружи кондиционера

а) Процедура измерений

Испытание проводят в три этапа:

1) Первый этап: следует измерить объемный расход воздуха кондиционера, внешний перепад статического давления, перепады давления применительно к компонентам, скорость вращения вентиляторов и полезную потребляемую электрическую мощность привода вентилятора в соответствии с 5.2 для каждого воздушного потока.

2) Второй этап: следует демонтировать все дополнительные (т.е. не предполагаемые к установке изготовителем оборудования) компоненты и повторить измерения, установленные в а), при этом скорость вращения вентилятора должна оставаться прежней. Потери давления от демонтированных дополнительных компонентов должны быть компенсированы по отношению к внешнему давлению путем корректировки, например за счет установки клапанов на стороне всасывания и/или нагнетания (в зависимости от расположения дополнительных компонентов до или после вентиляторного блока). Следует измерить объемный расход воздуха вентилятора и внешний перепад внешнего статического давления в соответствии с 5.2 для каждого воздушного потока.

3) Статическое давление калиброванного вентилятора $\Delta p_{s,free.fan}$[1)] определяют для каждого вентилятора и для каждого из двух воздушных потоков кондиционера, путем проведения специальных испытаний каждого вентилятора в соответствии с ГОСТ 10921. Статическое давление калиброванного вентилятора следует определять при том же объемном расходе воздуха, который был применен в перечислении а) настоящего пункта. Скорость вращения вентилятора также должна соответствовать скорости, указанной в перечислении а). Если не удается добиться примененной скорости вращения вентилятора, и она отличается более чем на ±5 %, то полученные результаты должны быть скорректированы в соответствии с ГОСТ 10921 (см.также [1]).

Корректировки вносят в соответствии с 5.2.

На рисунках 6 и 7 схематично показаны различные точки измерения эпюры статического давления в кондиционере при работе в номинальном режиме.

[1)] В ГОСТ 10921 статическое давление вентилятора обозначено как p_{sv}.

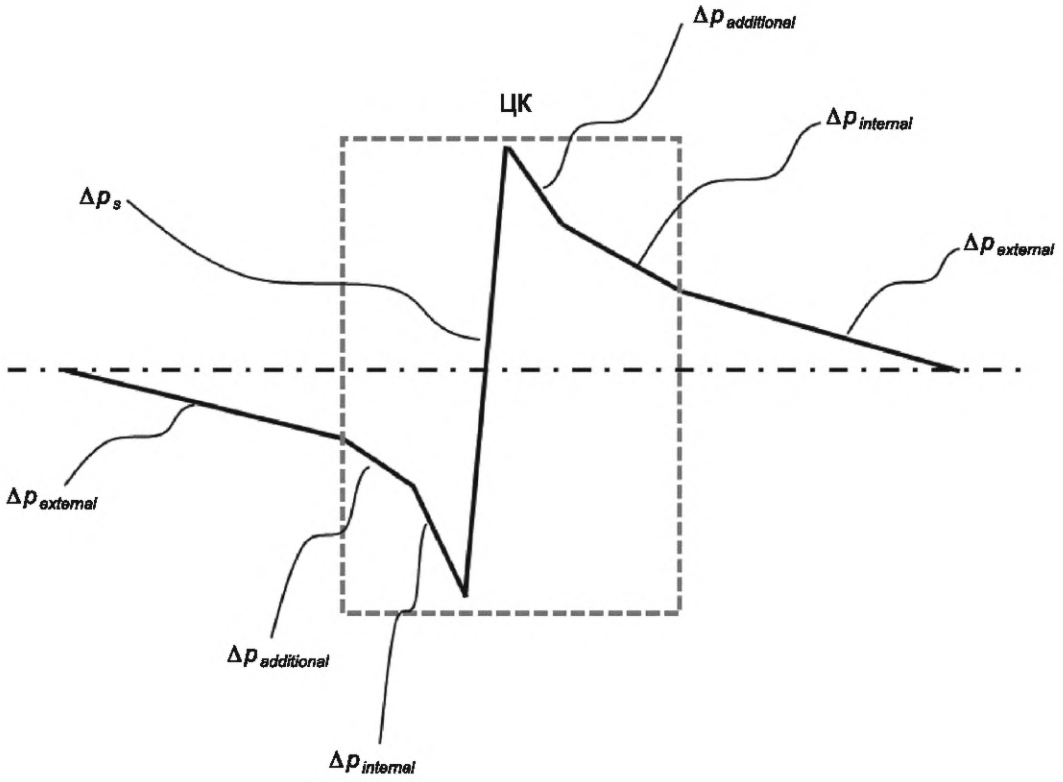


Рисунок 6 — Эпюра распределения статического давления в кондиционере при стандартной работе

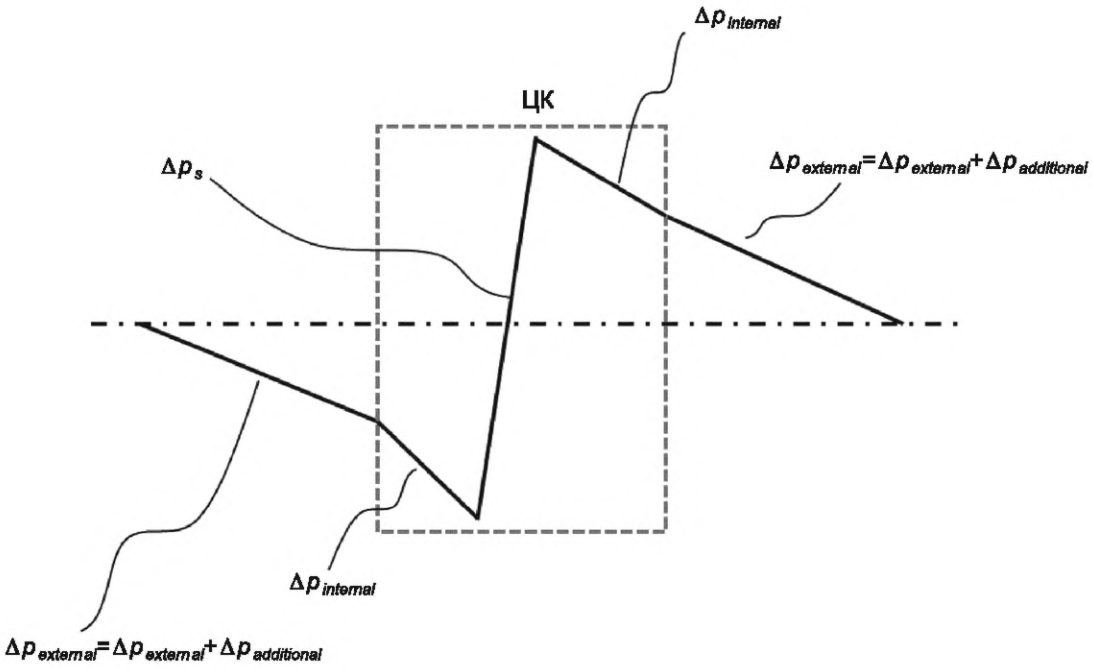


Рисунок 7 — Эпюра распределения статического давления в кондиционере после демонтажа дополнительных вентиляционных компонентов и корректировки величины потерь давления

б) КПД встроенного вентилятора

КПД встроенного вентилятора $\eta_{s,fan}$ — это статический КПД, включая КПД двигателя и привода.

$$\eta_{s,fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s,free,fan}}{P_{el}}, \quad (14)$$

где q_v — объемный расход воздуха, м^3/с;

P_{el} — потребляемая электрическая мощность вентилятора (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии), Вт;

$\Delta p_{s,free,fan}$ — статическое давление калибровааного вентилятора, Па.

в) Расчет внутренней удельной мощности вентилятора для вентиляционных компонентов SFP_{int}

Величину SFP_{int} для для однонаправленного кондиционера рассчитывают по формуле

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,free,fan} - \Delta p_{s,ext}}{\eta_{s,free,fan}} \cdot \frac{P_{el}}{P_{el,free,fan}}, \quad (15)$$

при этом $\eta_{s,free,fan}$ рассчитывают по формуле

$$\eta_{s,free,fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s,free,fan}}{P_{el,free,fan}}, \quad (16)$$

при этом SFP_{int} рассчитывают по формуле

$$SFP_{int} = \left(1 - \frac{\Delta p_{s,ext}}{p_{s,free,fan}}\right) \cdot \frac{P_{el}}{q_v}, \quad (17)$$

где SFP_{int} — внутренняя удельная мощность вентилятора для вентиляционных компонентов, Вт/(м^3/с);

$\Delta p_{s,ext}$ — внешний перепад статического давления в кондиционере, измеренный в соответствии с 5.4.2.2 а), Па;

$\Delta p_{s,free,fan}$ — статическое давление калиброванного вентилятора, измеренное в соответствии с 5.4.2.2 а), Па;

P_{el} — потребляемая электрическая мощность вентилятора (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии), измеренная в соответствии с 5.4.2.2 а), Вт;

$P_{el,free,fan}$ — потребляемая электрическая мощность привода калиброванного вентилятора (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии), Вт;

$\eta_{s,free,fan}$ — статический КПД калиброванного вентилятора (включая эффективность привода и двигателя);

q_v — объемный расход воздуха из 5.4.2.2 а), м^3/с.

Величину SFP_{int} для приточно-вытяжных кондиционеров рассчитывают по формуле

$$SFP_{int} = \left(1 - \frac{\Delta p_{s,ext,\mathrm{SUP}}}{\Delta p_{s,free,fun,\mathrm{SUP}}}\right) \cdot \frac{P_{el,\mathrm{SUP}}}{q_{v,\mathrm{SUP}}} + \left(1 - \frac{\Delta p_{s,ext,\mathrm{EHA}}}{\Delta p_{s,free,fan,\mathrm{EHA}}}\right) \cdot \frac{P_{el,\mathrm{EHA}}}{q_{v,\mathrm{EHA}}}, \quad (18)$$

где SFP_{int} — внутренняя удельная мощность вентилятора для вентиляционных компонентов, Вт/(м^3/с);

$\Delta p_{s,ext,\mathrm{SUP}}$ — внешний перепад статического давления в кондиционере в приточном воздухе из 5.4.2.2 а), Па;

$\Delta p_{s,ext,\mathrm{EHA}}$ — внешний перепад статического давления в удаляемом воздухе из 5.4.2.2 а), Па;

$\Delta p_{s,free,fan,SUP}$ — статическое давление калиброванного вентилятора в приточном воздухе из 5.4.2.2 а), Па;

$\Delta p_{s,free,fan,EHA}$ — статическое давление калиброванного вентилятора в удаляемом воздухе из 5.4.2.2 а), Па;

$P_{el,SUP}$ — потребляемая электрическая мощность привода вентилятора (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии) в приточном воздухе из 5.4.2.2 а), Вт;

$P_{el,EHA}$ — потребляемая электрическая мощность привода вентилятора (включая потребляемую мощность частотного преобразователя, при наличии) в удаляемом воздухе из 5.4.2.2 а), Вт;

$q_{v,SUP}$ — объемный расход приточного воздуха из 5.4.2.2 а), $м^3/с$;

$q_{v,EHA}$ — объемный расход удаляемого воздуха из 5.4.2.2 а), $м^3/с$.

Примечание — Индексы: SUP — приточный воздух, EHA — удаляемый воздух.

5.4.3 Погрешности измерений

5.4.3.1 Общие положения

Приведенные ниже расчеты проводят, исходя из допущения, что все представленные значения параметров объективны.

5.4.3.2 КПД

Суммарную стандартную неопределенность для статического КПД вентилятора $u_{\eta_{s,fan}}$ рассчитывают, используя частные производные для отдельных параметров, по формулам:

$$u_{\eta_{s,fan}} = \sqrt{\left(\frac{\partial f\left(\eta_{s,fan}\right)}{\partial P_{el}}\right)^2 u_{P_{el}}^2 + \left(\frac{\partial f\left(\eta_{s,fan}\right)}{\partial q_v}\right)^2 u_{q_v}^2 + \left(\frac{\partial f\left(\eta_{s,fan}\right)}{\partial \Delta p_s}\right)^2 u_{\Delta p_{s,fan}}^2}; \quad (19)$$

$$\eta_{s,fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s,fan}}{P_{el}}; \quad (20)$$

для потребляемой мощности электродвигателя

$$\frac{\partial f\left(\eta_{s,fan}\right)}{\partial P_{el}} = -\frac{q_v \cdot \Delta p_{s,fan}}{P_{el}^2}; \quad (21)$$

для объемного расхода

$$\frac{\partial f\left(\eta_{s,fan}\right)}{\partial q_v} = \frac{\Delta p_{s,fan}}{P_{el}}; \quad (22)$$

для перепада статического давления

$$\frac{\partial f\left(\eta_{s,fan}\right)}{\partial \Delta p_{s,fan}} = \frac{q_v}{P_{el}}. \quad (23)$$

5.4.3.3 Внутренняя удельная мощность вентилятора SFP_{int}

Суммарную стандартную неопределенность для SFP_{int} рассчитывают, используя частные производные для отдельных параметров, по формулам:

$$u_{SFP_{int}} = \sqrt{\left(\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial \Delta p_{s,int}}\right)^2 u_{\Delta p_{s,int}}^2 + \left(\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial_{s,fan}}\right)^2 u_{\eta_{s,fan}}^2}; \quad (24)$$

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,int}}{\eta_{s,fan}}; \quad (25)$$

для перепада давления

$$\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial \Delta p_{s,int}} = \frac{1}{\eta_{s,fan}}; \quad (26)$$

для КПД

$$\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial \eta_{s,fan}} = -\frac{\Delta p_{s,int}}{\eta^2_{s,fan}}. \quad (27)$$

Расчеты суммарной стандартной неопределенности для SFP_{int} можно также произвести по следующим формулам:

$$u_{SFP_{int}} = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial P_{el,int}}\right)^2 u^2_{P_{el,int}} + \left(\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial q_v}\right)^2 u^2_{q_v}}; \quad (28)$$

$$SFP_{int} = \frac{P_{el,int}}{q_v}; \quad (29)$$

для потребляемой мощности электродвигателя

$$\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial P_{el,int}} = \frac{1}{q_v}; \quad (30)$$

для объемного расхода воздуха

$$\frac{\partial f\left(SFP_{int}\right)}{\partial q_v} = -\frac{P_{el,int}}{q^2_v}. \quad (31)$$

Примечание — В ГОСТ 10921 и [1] установлен порядок определения погрешностей аэродинамических параметров вентилятора, который может быть применим также для кондиционера.

5.5 Допустимые отклонения

Указанные в документации и связанные с воздухом характеристики (расход, производительность и т. д.) должны быть наиболее вероятными и не являться минимальными или максимальными допустимыми значениями. Испытание для определения параметров для каждого режима проводят в соответствии с ГОСТ 10921 (см. также [1]).

Допустимые отклонения применяют к конкретным выполняемым функциям кондиционера и не применяют для отдельно взятых точек для определения характеристики. Характеристику определяют на основании данных, полученных во время проведения измерений, и пересчитывают для стандартной плотности воздуха 1,2 кг/м^3. Допустимые отклонения для рабочих характеристик кондиционера установлены в таблице 2.

Таблица 2 — Допустимые отклонения рабочих характеристик кондиционера

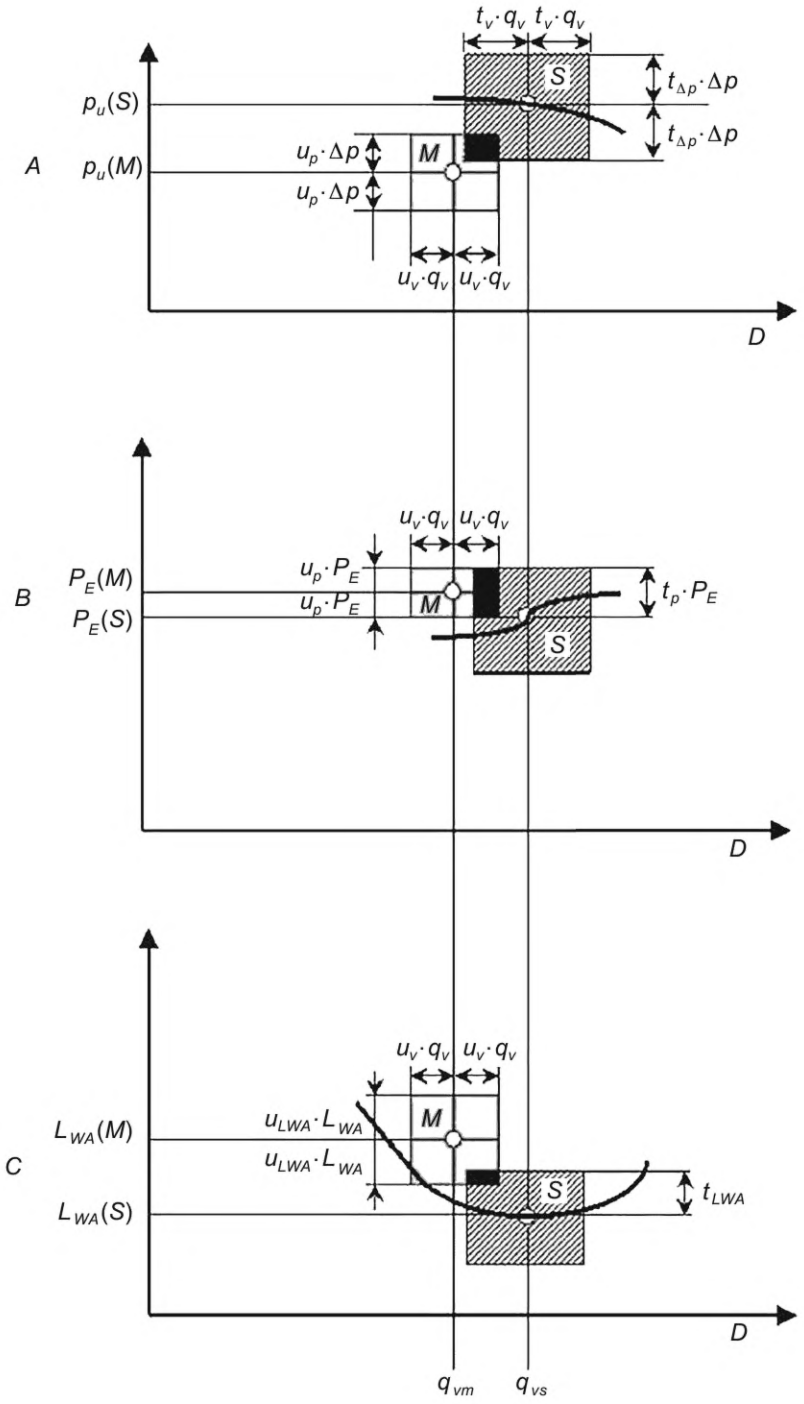
Наименование параметра	Допустимое отклонение t	Примечания
Объемный расход воздуха q_v, м^3/с	±5 %	$\Delta q_V = (t_{qv}/100\%) \cdot q_v$
Полное давление кондиционера p_u,Па	±5 %	$\Delta p_u = (t_{\Delta p}/100\ \%) \cdot p_u$

Окончание таблицы 2

Наименование параметра	Допустимое отклонение t	Примечания
Статическое давление кондиционера p_{us},Па	±5 %	$\Delta p_{us} = (t_{\Delta p} /100\ \%) \cdot p_{us}$
Внешний перепад статического давления $\Delta p_{s,ext}$	±5 %	$\Delta(\Delta p_{s,ext}) = (t_{\Delta p} /100\ \%) \cdot \Delta p_{s,ext}$
Потребляемая электрическая мощность электродвигателя P_{el}, Вт	+8 %	$\Delta P_{el} = (t_P/100\ \%) \cdot P_{el}$ Отрицательные отклонения допустимы
Суммарный уровень звуковой мощности, излучаемый воздуховодами и корпусом L_{WA}, дБ	+ 4дБ	$\Delta L_{WA} = t_{LWA}$ Значение t_{LWA} идентично числовому значению предельного отклонения. Отрицательные отклонения допустимы

Допустимое отклонение расчетной точки от рабочей точки характеристики кондиционера представляет собой сумму диапазона допускаемой погрешности рабочей точки и диапазона неопределенности измеренных данных. Этот диапазон неопределенности обусловлен неопределенностью методов измерений, средств измерения и испытательного стенда и должен быть рассчитан с уровнем достоверности (вероятности) 95 %.

В качестве примера отклонение для объемного расхода воздуха показано на рисунке 8.



t — допустимое отклонение от выбранной рабочей точки; *u* — погрешность измерений; *A* — полное давление кондиционера или статическое давление кондиционера; *B* — потребляемая электрическая мощность электродвигателя; *C* — скорректированный по А уровень звуковой мощности L_{wa}, дБА; *D* — объемный расход воздуха; *M* — точка измерения; *S* — выбранная рабочая точка

Пример — Для объемного расхода воздуха: q_{vs} — заданный объемный расход воздуха, м^3/с, q_{vm} — измеренный и преобразованный объемный расход воздуха, м^3/с, тогда допустимую разницу в объемном расходе воздуха, м^3/с, вычисляют по формуле $q_{vm} - q_{vs} = \Delta q_v \le t \cdot q_{vs} + u \cdot q_{vm}$.

Рисунок 8 — Оценка измеренных данных в рамках измерения рабочих параметров в сравнении с заданными рабочими точками

5.6 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

а) дату проведения испытания;

б) наименование, реквизиты и местоположение испытательной лаборатории;

в) ФИО испытателя(ей);

г) тип и описание испытуемого кондиционера, включая информацию с маркировочной таблички, конфигурацию, включая фильтр и дополнительные компоненты;

д) примененные стандарты при проведении испытаний;

е) метод(ы) проведения испытаний;

ж) описание и изображение испытуемого кондиционера и испытательной установки, включая положения клапанов;

и) подробное описание соединений (стыков) между кондиционером и воздуховодами;

к) паспортные данные используемых измерительных инструментов;

л) таблицы всех измеренных величин и вычисленных, на их основе, значений;

м) аэродинамические и акустические данные должны содержать следующую информацию применительно к каждой рабочей точке:

- скорость вращения вентилятора;
- объемный расход воздуха;
- полное давление кондиционера или его статическое давление;
- площадь(и) сечения воздуховода(ов);
- примененные стандарты для проведения измерений;
- описание схем испытательных установок.

Акустические данные также должны содержать данные о звуковой мощности: при 100—10 000 Гц в третьоктавной полосе или 125—8000 Гц в октавной полосе частот в дБ, общее значение корректированной звуковой мощности в дБА и конечные поправочные значения, если это необходимо;

н) таблицу поправок потерь давления в случае наличия чистого фильтра, фильтра в промежуточном засоренном состоянии и предельном засоренном состоянии (если применимо);

п) графики, иллюстрирующие полное давление кондиционера, статическое давление и потребляемую электрическую мощность электродвигателя вентилятора в зависимости от расхода воздуха.

Примечание — Представленный ниже перечень, с соответствующими дополнениями, можно применять при испытаниях любого выбранного блока или компонента кондиционера.

6 Оценка рабочих характеристик блоков и компонентов

6.1 Общие положения

В настоящем разделе представлены технические требования и методы испытаний, которые следует применять к отдельным блокам и компонентам кондиционеров.

Характеристики блока или компонента при испытании в составе кондиционера могут значительно отличаться от характеристик, полученных при испытанных в идеальных лабораторных условиях в качестве отдельного компонента.

Для блоков и компонентов, входящих в состав кондиционера, должны быть оформлены соответствующие инструкции по техническому обслуживанию, включая рекомендации по интервалам чистки и применяемому оборудованию и инструменту.

6.2 Корпус

Корпус кондиционера должен быть изготовлен из стойких к коррозии и износостойких материалов, которые не выделяют вредных для здоровья веществ и не образуют питательную среду для микроорганизмов. Конструкция стенок должна состоять как минимум из двустенных панелей с теплоизоляцией между ними. На корпусе не должно быть острых кромок, способных нанести вред здоровью человека.

Руководства для оценки герметичности корпуса приведены в [2].

Должна быть предусмотрена возможность проверки, очистки и дезинфекции всех компонентов. Компоненты кондиционера должны быть спроектированы таким образом, чтобы они были доступны и могли быть очищены и обслужены через предусмотренные для этого люки или смотровые окна. Допускается для проведения необходимых работ демонтаж панелей высотой, не превышающей 1,6 м. Ис-

пользуемые уплотнения не должны впитывать влагу и не должны образовывать питательный субстрат для микроорганизмов.

Элементы корпуса, устанавливаемые снаружи, должны быть оборудованы специальными устройствами со стороны входных и выходных отверстий, которые обеспечивают защиту от непогоды даже при неработающем кондиционере. Кроме этого, блоки кондиционера, в которые поступает наружный воздух, должны быть оборудованы специальными, собирающими влагу поддонами, выполненными из стойких к коррозии материалов с нисходящим уклоном для дренажа для контролируемого стекания воды. Допускается установка альтернативных устройств.

Для предотвращения попадания воды внутрь корпуса кондиционера рекомендуется применять скорости воздуха, установленные в таблице 3.

Все отверстия должны быть защищены сеткой от проникновения мелких животных и крупной грязи (максимальное отверстие не должно превышать 20 × 20 мм).

Кондиционерам или отдельным блокам, установленным снаружи, не допускается дополнительно выполнять каких-либо стационарных задач или каких-либо конструктивных функций здания.

Примечания

1 Рекомендуется применять достаточно большие отверстия с целью недопущения засорения.

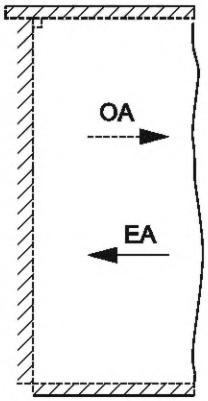
2 В холодном климате может потребоваться водонепроницаемая камера между воздухозаборным отверстием и кондиционером (или первым блоком), которая позволяет сразу же отводить воду наружу или в канализацию.

3 Из-за теплопередачи имеется опасность образования конденсата на более холодной внутренней или внешней поверхности корпуса. При выборе кондиционера для последующего предполагаемого использования следует обращать внимание на климатическое исполнение корпуса в соответствии с рекомендациями [2].

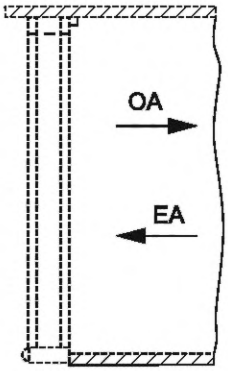
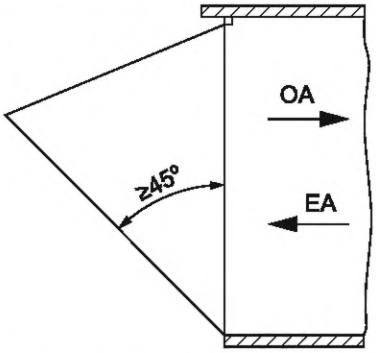
4 В холодном климате может потребоваться дополнительное нагревательное устройство для предотвращения замерзания поверхностей на входе воздуха.

На рисунке 9 показано поперечное сечение (заштрихованная область) и обозначения его размеров, которые необходимо применять для расчета площади поперечного сечения кондиционера.

Таблица 3 — Рекомендованная максимальная скорость воздуха в кондиционере для защиты от атмосферных воздействий

Компонент корпуса	Схематичное изображение	Рекомендованная максимальная скорость воздуха	
		Наружный воздух, м/с	Удаляемый воздух, м/с
Жалюзи		2,5	4,0

Окончание таблицы 3

Компонент корпуса	Схематичное изображение	Рекомендованная максимальная скорость воздуха	
		Наружный воздух, м/с	Удаляемый воздух, м/с
Каплеуловитель		3,5	5,0
Козырек		4,5	6,0
Примечание — OA — наружный воздух, EA — удаляемый воздух.			

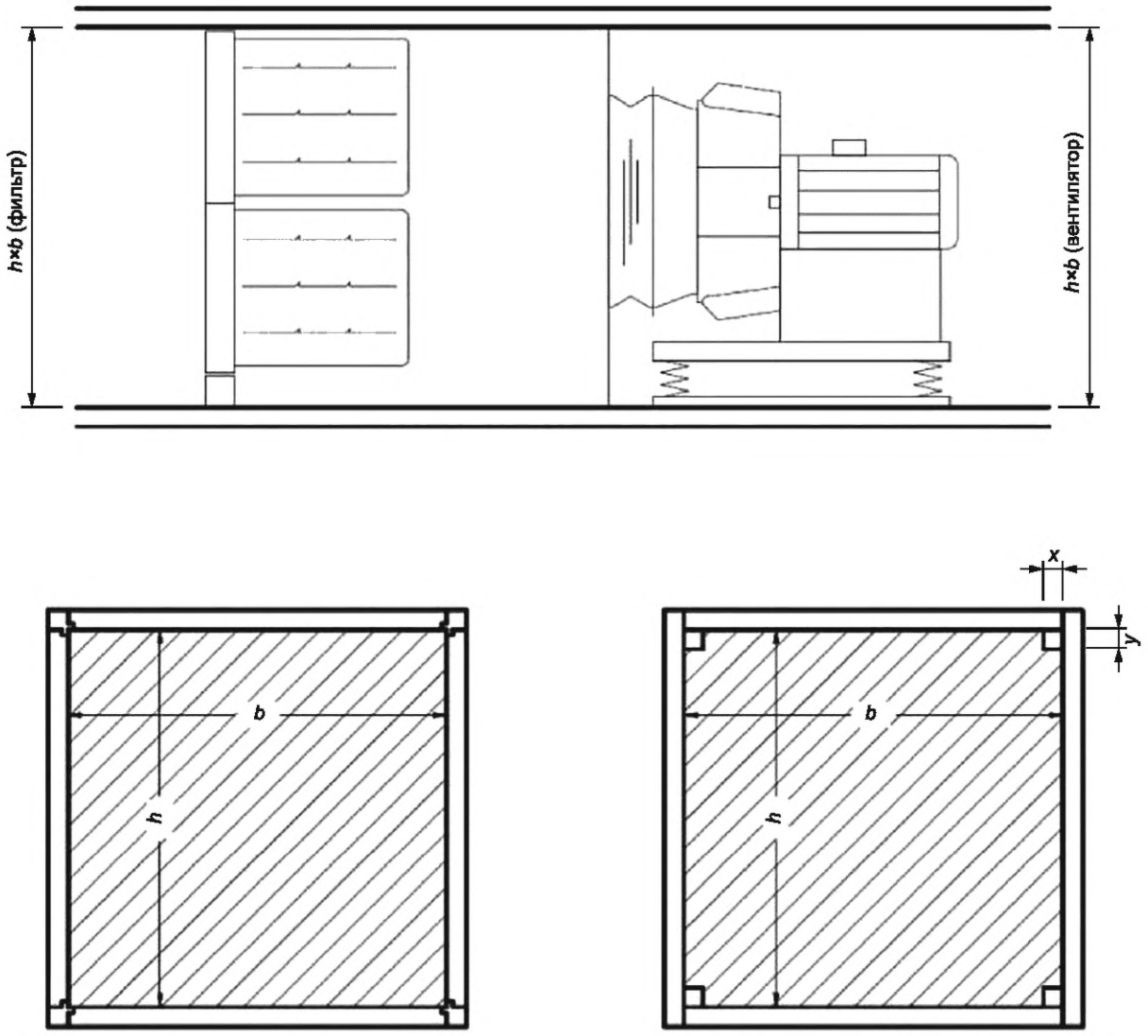


Рисунок 9 — Поперечные сечения кондиционера

6.3 Вентиляторные блоки

6.3.1 Общие положения

Из соображений гигиены и для снижения затрат на техническое обслуживание рекомендуется располагать вентиляторы подачи воздуха таким образом, чтобы утечки воздуха на стороне всасывания были минимальными. Расположение вентилятора в корпусе кондиционера должно обеспечивать равномерный приток и отток воздуха. При необходимости для этой цели следует установить дополнительные приточные и отводящие устройства.

Динамическое давление на входе и выходе должно быть максимально низким из соображений экономии энергопотребления. Классы средней скорости воздуха в кондиционере определяют в соответствии с таблицей 4.

Из соображений снижения энергопотребления следует использовать вентиляторы с загнутыми назад лопатками рабочего колеса. Для дальнейшего снижения потребления электроэнергии желательно устанавливать энергосберегающие двигатели с повышенным КПД.

Таблица 4 — Классы скорости воздуха внутри корпуса

Класс	Скорость воздуха, м/с
V1	≤1,6
V2	>1,6 до 1,8
V3	> 1,8 до 2,0
V4	> 2,0 до 2,2
V5	> 2,2 до 2,5
V6	> 2,5 до 2,8
V7	> 2,8
Примечание — Скорость воздуха в кондиционере оказывает существенное влияние на энергопотребление. Скорости рассчитаны для площади поперечного сечения кондиционера, которые основаны на поперечном сечении блока фильтрации. Если блок фильтрации не установлен, площадь поперечного сечения основана на площади сечения вентиляторного блока.	

Если внутренняя высота вентиляторного блока превышает 1,6 м, его следует оборудовать смотровым окном (со смотровым стеклом диаметром не менее 150 мм) и внутренним освещением.

Выключатель для обслуживания с возможностью блокировки должен быть размещен снаружи, рядом с дверцей доступа к вентиляторному блоку.

При выборе вентилятора для кондиционера допустимые потери давления для фильтров должны соответствовать 6.9, а для расчета потерь давления в охлаждающем теплообменнике следует использовать значения для сухого теплообменника, если не указано иное.

6.3.2 Потребляемая мощность вентиляторов

Потребляемая мощность приводов вентиляторов может быть определена по классам. Максимальную потребляемую мощность рассчитывают по формуле

$$P_{m_{ref}} = \left(\frac{\Delta p_{s,fan}}{450}\right)^{0,925} \cdot \left(q_v + 0,08\right)^{0,95}, \quad (32)$$

где $P_{m_{ref}}$ — контрольная величина потребляемой мощности, Вт;

$\Delta p_{s,fan}$ — перепад статического давления вентилятора, измеренный в вентиляторном блоке, Па;

q_v — объемный расход воздуха в вентиляторе, $м^3/с$.

В таблице 5 определены классы применительно к потребляемой мощности на основании максимального значения $P_{m_{ref}}$.

Таблица 5 — Классы применительно к потребляемой мощности приводов вентиляторов

Класс	Максимальный $P_{m_{ref}}$, кВт
P1	≤ $P_{m_{ref}} \cdot 0,85$
P2	≤ $P_{m_{ref}} \cdot 0,90$
P3	≤ $P_{m_{ref}} \cdot 0,95$
P4	≤ $P_{m_{ref}} \cdot 1,00$
P5	≤ $P_{m_{ref}} \cdot 1,06$
P6	≤ $P_{m_{ref}} \cdot 1,12$
P7	> $P_{m_{ref}} \cdot 1,12$
Примечание — Все указанные значения мощности приведены к нормальным атмосферным условиям при плотности воздуха 1,2 $кг/м^3$.	

Примечание — Потребляемая электрическая мощность P_m — это полезная мощность, подаваемая от электросети (включая любое оборудование управления двигателем).

6.4 Теплообменники

6.4.1 Общие положения

Установленные ниже требования не распространяются на теплообменники с электрическим нагревом.

Теплообменники должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов, а ребра должны легко подвергаться очистке.

6.4.2 Проведение испытаний

Характеристики теплообменников, используемых в кондиционерах приведены в [3].

Производительность теплообменников определяют исходя из энтальпии и расхода на стороне жидкости.

Производительность теплообменника также может быть определена на воздушной стороне. После того, как испытуемый теплообменник установлен в кондиционер, следует измерить температуру воздуха (по сухому и влажному термометрам) на входе и выходе. Таким образом, производительность воздухонагревателя, полученную на стороне воздуха, определяют как разность энтальпии воздуха, умноженную на массовый расход воздуха, из которого затем вычитают потребляемую вентилятором мощность.

Аналогичным образом определяют производительность воздухоохладителя как разность начальной и конечной энтальпий воздуха, умноженную на массовый расход воздуха, к которому прибавляют потребляемую вентилятором мощность. Измеренная энтальпия на выходе должна быть скорректирована с учетом энтальпии потока конденсата в случае осушения воздуха.

Тепловой баланс между производительностями, измеренными на стороне жидкости и стороне воздуха, не должен превышать 5 % (см. [3]).

6.4.3 Конструкция

Исходя из соображений обеспечения соответствующих гигиенических характеристик поступающего воздуха, следует осуществлять очистку кондиционера полностью. Теплообменники должны быть спроектированы таким образом, чтобы при необходимости секции змеевиков могли быть разделены по направлению движения воздуха (максимальная глубина секции змеевика должна составлять 300 мм и 450 мм для соосных труб).

По соображениям энергосбережения и гигиены расстояние между ребрами воздухоохладителей, которые, в том числе, предназначены для осушения, должно составлять не менее 2,5 мм. Если в число функций воздухоохладителя не входит осушение воздуха, расстояние между ребрами должно составлять не менее 2,0 мм. При увеличении расстояния между ребрами упомянутая выше глубина может быть увеличена прямо пропорционально.

У воздухонагревателей, используемых для сушки воздуха перед первой ступенью фильтров, расстояние между ребрами должно составлять не менее 4 мм.

Чтобы избежать значительной байпасной утечки, каждый теплообменник должен быть герметизирован внутри корпуса кондиционера с помощью специальных уплотнителей.

6.4.4 Охлаждение и сбор влаги

Такие же требования, как и установленные выше, применяют к увлажнителям в отношении дренажа, очистки, материалов и дезинфекции.

Для воздухоохладителей с функцией осушения следует соблюдать следующие требования:

а) образовавшаяся влага не должна поступать далее от воздухоохладителя по направлению движения воздуха к другим блокам и компонентам;

б) по гигиеническим соображениям воздухоохладители с функцией осушения не должны располагаться непосредственно перед воздушными фильтрами или глушителями. Между ними должны быть установлены вентиляторы или нагреватели для снижения относительной влажности;

в) воздухоохладители должны быть оснащены коррозионно-стойким поддонами (например, изготовленными из стали AISI 316 (нержавеющая сталь 1.4301) или коррозионно-стойким алюминиевым сплавом (минимум, AlMg), которые имеет уклон в сторону дренажа, чтобы обеспечить беспрепятственный отвод конденсата.

Примечание — Такие поддоны могут быть выполнены из нержавеющей стали или коррозионно-стойкого алюминиевого сплава;

г) соединительные трубы должны быть теплоизолированы в местах прохождения через корпус для избежания образования конденсата;

д) по соображениям энергосбережения и гигиены каплеуловители следует использовать только в том случае, если скорость воздуха, проходящего через охладитель, не обеспечивает уноса образовавшихся капель.

Каплеуловители должны быть сконструированы и изготовлены таким образом, чтобы их можно было легко снимать и обслуживать не затрагивая другие компоненты;

е) должна быть предусмотрена возможность очистки воздухоохладителя с обеих сторон в установленном положении или, если его внутренняя высота не превышает 1,6 м, он может быть съемным с целью очистки.

6.5 Блоки рекуперации тепла

6.5.1 Общие положения

Приточно-вытяжные кондиционеры с функцией нагрева должны быть оснащены СРТ. При размещении оборудования для рекуперации тепла необходимо минимизировать утечку воздуха и недопустимую байпасную утечку рециркулирующего воздуха.

Система рекуперации тепла должна иметь устройство теплоотвода.

Чтобы снизить потребность в использовании механического охлаждения, летом, помимо оборудования рекуперации тепла, необходимо установить оборудование для испарительного охлаждения на стороне вытяжного воздуха. Следует оценить необходимость использования поддона для сбора конденсата. Если поддон для конденсата необходим, должны быть выполнены требования 6.4.4.

Примечание — Физический теплоотвод может снизить энергопотребление.

6.5.2 Классификации и требования

Не следует проводить испытания тепловых характеристик если внутренние утечки в блоке рекуперации тепла, испытанном в соответствии с ГОСТ Р ЕН 308, слишком высоки.

Приточно-вытяжные ОВК-системы должны быть оснащены рекуператорами тепла. Минимальная эффективность сухой рекуперации (при соотношении массового расхода 1:1) и максимальные потери давления, основанные на годовой продолжительности работы системы и максимальном расходе наружного воздуха, необходимом во время зимней эксплуатации, представлены в таблице 5. Представленные значения характеристик определяют годовую эффективность системы рекуперации тепла в условиях сбалансированного массового расхода (1:1). Также должны быть указаны значения из таблицы 6 (см. также приложение В).

Температурный КПД η_t, в сухом состоянии рассчитывают по формуле

$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}, \tag{33}$$

где t_{22} — температура приточного воздуха, °С;

t_{21} — температура наружного воздуха, °С;

t_{11} — температура вытяжного воздуха, °С.

Потери давления в системе рекуперации тепла рассчитывают по формуле

$$\Delta p_{HRS} = \Delta p_{SUP} + \Delta p_{EHA}, \tag{34}$$

где Δp_{HRS} — сумма потерь давления в приточном и удаляемом воздухе в системе рекуперации тепла, Па;

Δp_{SUP} — потеря давления в приточном воздухе в системе рекуперации тепла, Па;

Δp_{EHA} — потеря давления в удаляемом воздухе в системе рекуперации тепла, Па.

Примечание — Следует учитывать любые изменения давления в системе рекуперации тепла, например в дополнительно установленных фильтрах.

Потребляемую электрическую мощность P_{el} в зависимости от потерь давления рассчитывают по формуле

$$P_{el} = q_v \cdot \Delta p_{HRS} \cdot \frac{1}{\eta_D} + P_{el,aux}, \quad (35)$$

где q_v — объемный расход воздуха, (при стандартной плотности воздуха 1,2 кг/м^3) м^3/с;

η_D — эффективность кондиционера с учетом потерь давления в системе рекуперации.

Примечание — Если конкретное значение не указано, следует использовать значение η_D, равное 0,6;

$P_{el,aux}$ — потребляемая электрическая мощность дополнительных элементов (например, насосов), Вт.

Примечания

1 Рекомендуется принимать во внимание любое потребление электрической мощности, оказывающее влияние на теплопроизводительность системы рекуперации тепла (например, циркуляционных насосов, воздушные фильтры не должны быть включены).

2 Для насосов $P_{el,aux}$: $P_{el\ Pump} = q_v \cdot \Delta p_{HRS\ media} \cdot 1/\eta_D$.

Коэффициент эффективности системы рекуперации тепла рассчитывают по формуле

$$\varepsilon = \frac{Q_{HRS}}{P_{el}}. \quad (36)$$

Энергетический КПД η_e рассчитывают по формуле

$$\eta_e = \eta_t \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right). \quad (37)$$

Комбинированные значения (ε и η_e) в соответствии с положениями ГОСТ Р ЕН 308 указывают для двух температурных условий: t_{21} = + 5 °С и t_{11} = 25 °С. Эти значения подходят не для всех условий эксплуатации. Влияние первичной энергии не принимается во внимание, так как речь идет об исходном значении в противовес ежегодным значениям.

Таблица 6 определяет классы систем рекуперации тепла в условиях сбалансированного массового расхода (1:1).

Таблица 6 — Классы систем рекуперации тепла

Класс	$\eta_{e1:1}$, %
H1	≥74
H2	≥70
H3	≥65
H4	≥60
H5	<60
Примечание — Значения действительны для сбалансированного массового расхода (1:1). Классы определяют качество системы рекуперации тепла, и они существенно влияют на потребление тепловой энергии. Как правило, в северных странах чаще распространено применение более высоких классов, в южных странах — более низких.	

Ежегодный энергетический баланс, в зависимости от местоположения и режима работы блока рекуперации тепла, должен соответствовать значениям для классификации в соответствии с таблицей 6.

Примечания

1 Если воздушные потоки не уравновешены (1:1) и нет установленных требований по работе системы рекуперации тепла, то необходимые параметры можно рассчитать при помощи эмпирической формулы ($\eta_{e\ 1:1}$ — значение для уравновешенного по массе потока)

$$\eta_{t1:1} = \eta_t \cdot \frac{\left(1 + \frac{m_2}{m_1}\right)}{2}.$$

Приведенная формула представлена для информации и ее не следует использовать для расчета сравнительных значений. Значение η_e необходимо рассчитывать с учетом величин η_t и ε.

2 Приведенная ниже таблица показывает пример расчетов на установление классов систем рекуперации

Класс	η_t	Δp_{HRS}, Па	ε	η_e
H1	0,78	2·300	18,8	0,74
H2	0,73	2·240	22,0	0,70
H3	0,68	2·190	25,9	0,65
H4	0,63	2·150	30,4	0,60

Теплообменники, используемые в качестве рекуператоров, должны соответствовать следующим требованиям:

а) в стадиях рекуперации следует предусмотреть четыре точки измерения давления — по одной на каждой стороне входящего или выходящего воздушного потока;

б) в блоках рекуперации тепла, которые оснащены теплообменниками категорий I и II по ГОСТ Р ЕН 308, должен быть предусмотрен поддон для сбора конденсата;

в) теплообменники категории III по ГОСТ Р ЕН 308 должны включать систему продувки, за исключением случаев, когда используют рециркуляционный воздух.

6.5.3 Проведение испытаний

Кондиционер и блок рекуперации тепла следует рассчитывать в соответствии ГОСТ Р ЕН 308.

Если предполагается эксплуатация при низких температурах наружного воздуха, эффективность размораживания проверяют в соответствии с приложением Г.

Риск обледенения и необходимость испытания устройства разморозки должны быть установлены расчетами, в которых учитывают расходы воздуха, включая баланс между расходом приточного и вытяжного воздуха, тип теплообменника и его рабочие температуры, температуры наружного и вытяжного воздуха, влажность. Внутренние утечки в блоке рекуперации тепла следует измерять в соответствии с ГОСТ Р ЕН 308.

6.5.4 Конструкция

Для замкнутых круговых систем применяют требования для теплообменников, установленные в 6.4.3. Из соображений гигиены, пластинчатые теплообменники с зазором между ребрами не менее 3 мм должны быть установлены таким образом, чтобы можно было производить чистку, если глубина превышает 1200 мм (например, с помощью применения сегментированных разборных теплообменников). В случае увеличения расстояний между ребрами максимальная глубина может быть увеличена линейно.

6.6 Блоки воздухорегулирования

6.6.1 Общие положения

Испытания регулирующих и полностью закрытых клапанов проводят в соответствии с ГОСТ Р 71461. Классификацию клапанов по характеристикам проводят в соответствии с ГОСТ Р 71461. Скорость в габаритном сечении следует ограничить до 8 м/с (исключения — для рециркуляционного воздуха и для обводных конструкционных клапанов). По соображениям энергосбережения и функциональности минимальный рекомендуемый угол для притока должен составлять α = 25° и минимальный рекомендуемый для оттока β = 35° (см. рисунок 10).

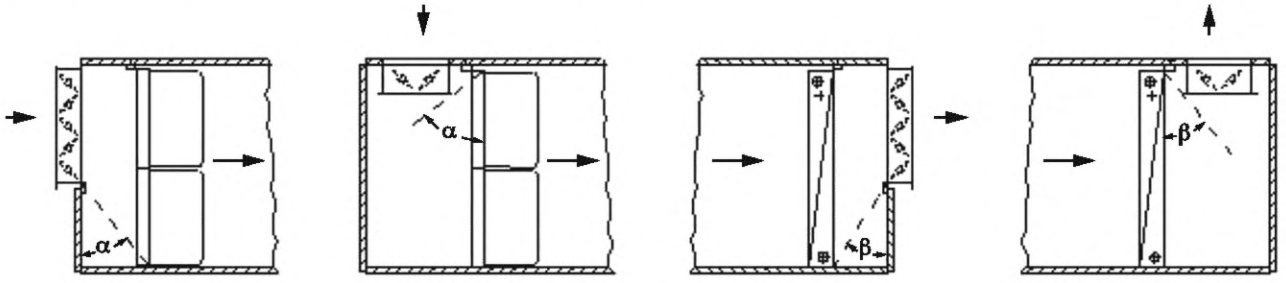


Рисунок 10 — Углы притока и оттока воздуха

6.6.2 Требования и проведение испытаний

Для всех клапанов, которые должны быть полностью закрыты во время работы, например обводные клапаны для блоков рекуперации тепла и рециркуляционные клапаны для приемно-смесительных блоков, воздухонепроницаемость клапанов в закрытом положении должна соответствовать требованиям по герметичности классу 2 по ГОСТ Р 71461. Для установок с высокими требованиями по гигиене или энергосбережению клапаны на приточный и удаляемый воздух должны соответствовать классу 3 по герметичности по ГОСТ Р 71461.

6.7 Блоки приемно-смесительные

6.7.1 Общие положения

Далее установлены требования и методы испытаний для стандартных приемно-смесительных блоков, используемых в кондиционерах для смешивания и управления потоками воздуха с различными температурами. Основное внимание обращено на смешивание удаляемого воздуха с наружным, с целью его рециркуляции в здании.

6.7.2 Категории и характеристики

6.7.2.1 Категория А — двухпозиционные блоки, работающие только в определенных условиях (например, ночное отопление)

Если функцией является использование 100 % удаляемого/наружного воздуха или 100 % рециркулируемого воздуха, необходимо указывать следующие характеристики приемно-смесительного блока:

- класс герметичности клапанов для рециркуляции воздуха по ГОСТ Р 71461;
- равномерность потока после приемно-смесительного блока или минимальное расстояние до следующих блоков;
- перепад давления клапанов для последующего расчета разницы между объемными расходами в режиме рециркуляции или когда режим рециркуляции отключен.

6.7.2.2 Категория В — блоки с регулированием потока

Если функцией является регулирование потоков подготавливаемого и/или смешиваемого воздуха, необходимо указать следующие характеристики приемно-смесительного блока:

а) герметичность клапана, равномерность потока после приемно-смесительного блока или минимальное расстояние до следующих блоков, чувствительных к неравномерному потоку;

б) характеристики смешивания по 6.7.3;

в) температурное расслоение;

г) риск замерзания;

д) риск конденсации;

е) перепад давления на клапанах для расчета разницы объемных расходов в различных положениях.

6.7.3 Требования

6.7.3.1 Общие положения

Приемно-смесительный блок может иметь большое влияние на воздушные потоки и баланс давления в системе вентиляции или кондиционирования воздуха и, следовательно, в здании. Качество перемешивания характеризуется коэффициентом температурного перемешивания, установленным в 6.7.3.2.

Для расчета коэффициентов температурного перемешивания следует проводить измерения в следующих положениях рециркуляционных клапанов: открыты на 90 %, открыты на 50 % и открыты на 20 %.

Для оценки самой низкой или максимально возможной температуры воздуха непосредственно после приемно-смесительного блока средняя температура смешанного потока может быть получена из количества наружного и рециркуляционного воздуха по формуле

$$t_M = \frac{t_H \cdot \rho_H \cdot q_{vH} - t_L \cdot \rho_L \cdot q_{vL}}{\rho_{tot} \cdot q_{vtot}}. \quad (38)$$

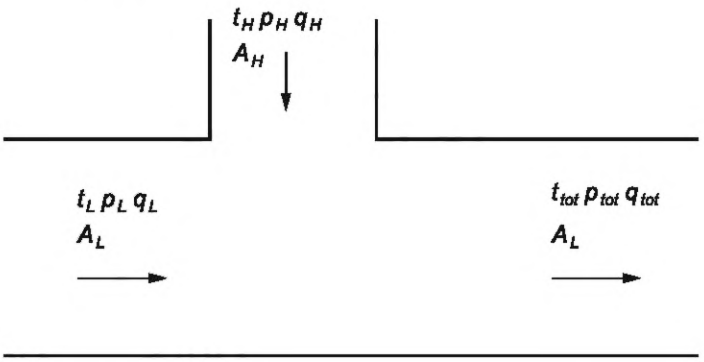
Примечание — Индекс «*H*» относится к потоку воздуха с более высокой температурой, «*L*» относится к потоку воздуха с более низкой температурой, «*tot*» — к потоку воздуха после секции смешивания.

Среднюю скорость рассчитывают по формуле

$$v_M = \frac{q_v}{A_{tot}}, \quad (39)$$

где A_{tot} — площадь поперечного сечения воздуховода в месте проведения измерения, м^2.

На рисунке 11 иллюстрирующем формулу 38, показаны площади поперечного сечения, температуры, скорости и плотности воздуха.



Примечание — Нижний индекс «*H*» относится к потоку воздуха с более высокой температурой, «*L*» относится к потоку воздуха с более низкой температурой, а «*tot*» — к потоку воздуха ниже по движению.

Рисунок 11 — Параметры для расчета средней скорости и средней температуры, а также для определения коэффициента температурного перемешивания

6.7.3.2 Коэффициент температурного перемешивания

Измерение температуры и скорости после приемно-смесительного блока проводят в соответствии с 6.7.4 (см. рисунок 11).

Коэффициент температурного перемешивания рассчитывают по формуле

$$\eta_{mix} = \left(1 - \frac{t_{max} - t_{min}}{t_H - t_L}\right) \cdot 100\ \%, \tag{40}$$

где η_{mix} — коэффициент температурного перемешивания, %;

t_{max} — максимальная температура в измерительной плоскости после приемно-смесительного блока, °С;

t_{min} — минимальная температура в измерительной плоскости после приемно-смесительного блока, °С;

t_H — наивысшая температура воздуха, поступающего в приемно-смесительный блок, °С;

t_L — наинизшая температура воздуха, поступающего в приемно-смесительный блок, °С.

Классификация по коэффициенту температурного перемешивания представлена в таблице 7.

Таблица 7 — Классификация по коэффициенту температурного перемешивания

Класс	Коэффициент температурного перемешивания, %
M1	≥ 95
M2	85 ≤ η < 95
M3	70 ≤ η < 85
M4	50 ≤ η < 70
M5	< 50

6.7.3.3 Равномерность потока после приемно-смесительного блока

Диапазон равномерности потока после приемно-смесительного блока рассчитывают по формуле

$$\frac{v_{min}}{v_m} \le U \le \frac{v_{max}}{v_m}, \tag{41}$$

где U — диапазон значений равномерности потока;

v_{min} — минимальная скорость на сетке выравнивания в конце приемно-смесительного блока, м/с;

v_{max} — максимальная скорость на сетке выравнивания в конце приемно-смесительного блока, м/с;

v_m — рассчитанная средняя скорость в поперечном сечении в конце приемно-смесительного блока, м/с.

Примечания

1 Диапазон значений равномерности потока ограничен отношениями к средней расчетной скорости нижнего (минимального) и верхнего (максимального) значений измеренных скоростей.

2 Очень часто при измерениях сразу после приемно-смесительного блока из-за неравномерности и турбулентности потока воздуха значения скорости в этих точках могут быть неточными. Поэтому результаты следует использовать только как грубую оценку профиля скорости.

6.7.4 Измерения

6.7.4.1 Общие положения

Данный метод измерений применим для оценки отдельных приемно-смесительных блоков в лабораторных условиях относительно испытаний в местах эксплуатации (см. 6.7.5). Эффективность отдельно взятого кондиционера зависит от общей конфигурации и от варианта подключения его к системе.

6.7.4.2 Измерения температур воздуха

Температуру воздуха следует измерять на сетке выравнивания в конце приемно-смесительного блока непосредственно перед местом, где должно быть обеспечено определенное качество смешивания. Следует установить не менее девяти (по конфигурации 3 × 3) устройств измерения температуры, равномерно расположенных в вертикальном и горизонтальном направлениях на сетке. Расстояние между корпусом и ближайшими приборами измерения температуры должно превышать 25 мм, а расстояние между соседними точками измерения температуры не должно находиться в диапазоне от 100 до 300 мм.

Расстояние между корпусом и ближайшими точками измерения должно составлять половину расстояния между точками измерения. Для проведения измерений и расчетов температуры двух входящих воздушных потоков, подлежащих смешиванию, должны отличаться более чем на 25 К.

6.7.4.3 Измерения скоростей воздуха

Местные скорости воздуха должны измеряться в тех же точках, что и температуры с использованием датчиков с направленной чувствительностью для измерения только осевой скорости в сетке, например, статические измерения с помощью трубки Пито в сочетании с высокочувствительными микроманометрами.

6.7.4.4 Измерения расходов воздуха

Измерение расхода воздуха следует производить на каждой стороне приемно-смесительного блока. Измерения проводят в соответствии с ГОСТ 8.586.1, ГОСТ 10921 (см. также [1]).

6.7.5 Определение эффективности смешения в местах эксплуатации

Испытания в местах эксплуатации часто необходимы для проверки работы приемно-смесительного блока на смонтированных кондиционерах, например, при вводе в эксплуатацию, во время периодических проверок системы или при модификации существующего кондиционера путем добавления новых блоков или компонентов. Испытания в местах эксплуатации не могут считаться испытаниями, проведенными для оценки характеристик оборудования, заданных проектировщиком.

Точность испытаний эффективности температурного смешения в местах эксплуатации снижается, когда разница температур между двумя воздушными потоками уменьшается. Испытания следует проводить при максимально возможной разнице температур. Если разница температур меньше 10 К в отчете об испытаниях (протоколе испытаний) указывают только степень равномерности.

6.7.6 Условия для измерения потерь давления в вентиляционных компонентах из-за смешения

Расчетный расход наружного воздуха в блоке смешения может быть меньше расчетного расхода приточного воздуха, который включает и поток рециркуляционного воздуха. Вентилятор должен быть рассчитан на полный расход воздуха (например, включая поток рециркуляционного воздуха для вентилятора приточного воздуха). Следует измерять потери давления при соответствующих расчетных расходах в вентиляционных компонентах (блоки рекуперации тепла, фильтры и т. д.), перед блоком смешения, в потоке приточного воздуха, в потоке удаляемого воздуха.

6.8 Блоки увлажнения

6.8.1 Общие положения

Блоки увлажнения воздуха должны быть безопасны для здоровья людей. Выбор материалов для увлажнителя должен производиться с учетом коррозионной стойкости, гигиены, бактериостатического или бактерицидного воздействия на поверхность, стойкости к биодеструкции, устойчивости к дезинфицирующим средствам, способности к очистке и, если применимо, устойчивости к воздействию соответствующего процесса дезинфекции. Используемый пластик не должен служить основой для микробиологического роста.

Кондиционеры с увлажнителями для приточного воздуха (исключение: пароувлажнители) рекомендуется оборудовать, как минимум, двумя ступенями фильтрации, при этом увлажнитель должен располагаться между первой и второй ступенями фильтрации. Увлажнители (исключение — пароувлажнители) не допускается размещать непосредственно перед воздушными фильтрами или шумоглушителями. Первая ступень фильтрации должна быть с эффективностью улавливания взвешенных частиц не менее ${}_{e}PM_{1}$ 50 % по ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4. Используемые уплотнительные материалы должны быть с закрытыми ячейками и не должны впитывать влагу.

Содержание непатогенных бактерий в воде аппаратов увлажнения воздуха не должно превышать значений, способных причинить вред здоровью. Предельная концентрация непатогенных бактерий составляет 1000 КОЕ/мл. При содержании бактерий в воде увлажнителя 1000 КОЕ/мл и выше необходимо выполнить проверку и очистку оборудования

Примечание — Данные значения — это значения по умолчанию, в других нормативных документах могут быть установлены более высокие значения.

Инструкции изготовителя по техническому обслуживанию должны быть доступны для персонала и соблюдаться.

После удаления загрязнений, допускается обработка поверхностей оборудования дезинфицирующими средствами.

В испарительных увлажнителях во время работы должна быть обеспечена достаточная циркуляция воды. Во время обслуживания или простоя необходимо произвести полный слив воды из поддона. Рекомендуется регулярное применение ультрафиолетового излучения и промывания.

6.8.2 Категории

В зависимости от типа конструкции увлажнители делятся на следующие категории:

- форсуночные увлажнители:
  - A — воздухоочиститель,
  - B — ультразвуковой увлажнитель,
  - C — напорные форсунки высокого давления;
- испарительные увлажнители:
  - D — контактные увлажнители,
  - E — паровые увлажнители.

6.8.3 Требования

6.8.3.1 Попадание капель на компоненты, расположенные по ходу движения воздуха

Во избежание попадания капель на компоненты, расположенные по ходу движения воздуха от увлажнителя, длину блока увлажнения рассчитывают соответствующим образом, и/или должны быть установлены компоненты для предотвращения уноса капель воздушным потоком (например, каплеуловители).

6.8.3.2 Отделка поверхности корпуса увлажнителя

Примеры применяемых материалов для ограждающих поверхностей и поддона:

Категории A, C — внутри нержавеющая сталь или коррозионно-стойкий алюминий (минимум AlMg) или покрытое смолой стекловолокно.

Категории B, D, E — внутри стальной лист, оцинкованный или с покрытием (порошковое покрытие или двухслойное лакокрасочное покрытие с грунтовочным и финишным покрытием, минимум 60 мкм).

6.8.3.3 Элементы конструкции

Требования к конструкции для различных категорий установлены в таблице 8.

Таблица 8 — Элементы конструкции для различных увлажнителей

Требование	Категория увлажнителя
1 Детали увлажнителя легко доступны для очистки и технического обслуживания через смотровую дверцу или панель	A—D
2 Встроенные детали, такие как каплеуловители, сопла и трубы — разборные	A—E
3 Все детали, которые взаимодействуют с водой, устойчивы к коррозии	A—E
4 Поддон изготовлен из коррозионно-стойких материалов, например, из нержавеющей стали или алюминия (как минимум, AlMg)	A—E
5 Поддон со скошенными сторонами, полностью дренируемый	A, C, D
6 Смотровое окно (минимальный диаметр 150 мм) и внутренняя подсветка	B—E
7 Смотровое окно (минимальный диаметр 150 мм) со створкой и внутренней подсветкой (степень защиты минимум IP65). Полностью опорожняется и сушится автоматически (устройство «сухого хода»). Если освещение установлено снаружи, следует также позаботиться о том, чтобы при выключении освещения свет снаружи не мог проникнуть в камеру увлажнения	A
8 Устройство защиты от «сухого хода» для насоса	A, C, D
9 Если для борьбы с ростом болезнетворных бактерий необходимо проводить дезинфекционные меры, то следует использовать только те методы, эффективность которых доказана на практике и безопасность для здоровья также подтверждена. Дезинфицирующие средства не должны попадать в воздух обслуживаемого помещения в процессе увлажнения	A—E
10 Автоматическое устройство для сброса/удаления осадка	A, D
11 Изнутри корпус водонепроницаем при отрицательном и положительном давлении	A, C

6.8.3.4 Испытания адиабатического увлажнения

Для испытаний эффективности работы системы адиабатического увлажнения, необходимо провести измерения следующих параметров:

- объемного расхода воздуха q_v;
- массового расхода воды на входе q_w;
- массового расхода в отводе излишков воды q_d;
- средней температуры воздуха перед увлажнителем t_1;
- средней температуры воздуха после увлажнителя t_2;
- температуры по влажному термометру (насыщение) t_3.

Схематично определение эффективности увлажнения η_h показано на рисунке 12.

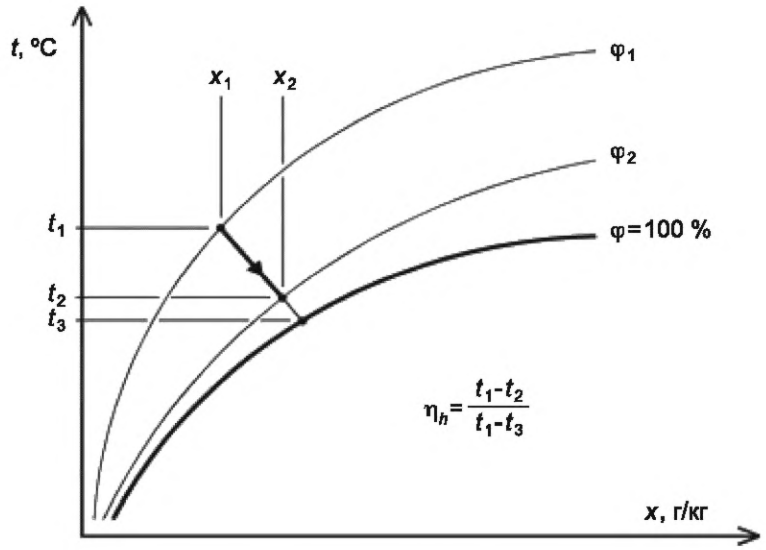


Рисунок 12 — Эффективность увлажнителя

Для достижения необходимой точности измерений разница температур между температурой воздуха перед увлажнителем, t_1, и температурой по влажному термометру, t_3, должна быть не менее 10 К. При необходимости воздух следует нагреть перед входом в увлажнитель.

В условиях испытания баланс между испарением в увлажнителе q_{hv}, измеренным на воздушной стороне, и на стороне воды q_{hw}, не должен превышать 10 %.

$$q_{hv} = q_v (x_2 - x_1); \tag{42}$$

$$q_{hw} = q_w - q_d, \tag{43}$$

где x — абсолютная влажность, г/кг;

q_v — объемный расход воздуха, $м^3/с$;

q_w — массовый расход воды на входе, кг/с;

q_d — массовый расход при отводе излишков воды, кг/с.

Фактор сточных вод — это соотношение между расходом воды, не используемой для увлажнения, и водой для увлажнения. Эффективность не следует путать с потреблением воды или фактором сточных вод.

6.9 Блоки фильтрации

6.9.1 Общие требования

Функция воздушных фильтров в системах ОВК заключается не только в защите вентилируемых помещений от повышенного уровня загрязнения, но также и в защите самой системы ОВК. Это может быть обеспечено при использовании фильтров тонкой очистки группы фильтров ${}_e\text{PM}_1$, ${}_e\text{PM}_{2,5}$ или ${}_e\text{PM}_{10}$, в соответствии с ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4.

При производстве воздушных фильтров не допускается использование деталей или материалов, которые могут служить питательной средой для распространения микробов.

Требования к герметичности, прочности и байпасным утечкам установлены в [2].

Стенка блока фильтрации со стороны обслуживания должна быть оборудована дверью со смотровым окном, ширина и высота которой должны превосходить наружные размеры сменных элементов фильтров. Размеры двери должны быть достаточны для проведения необходимых работ и замены фильтров.

Блок фильтрации должен быть оснащен отводами для присоединения манометров с целью проведения необходимых измерений.

Для блока фильтрации могут быть установлены дополнительные требования по эксплуатации, такие как: эксплуатация в условиях низких температур, повышенной влажности, наличия песка, морского (соленого) тумана.

При эксплуатации в холодном климате для предотвращения образования инея следует предусмотреть предварительный нагрев приточного воздуха.

При эксплуатации в условиях высокой влажности наружного воздуха необходимо предусмотреть дополнительные меры защиты от коррозии элементов конструкции фильтров и блока фильтров.

6.9.2 Фильтры, применяемые в кондиционере

Первая ступень фильтрации должна быть установлена на стороне всасывания как можно ближе к отверстию для забора наружного воздуха, чтобы элементы обработки воздуха оставались как можно дольше чистыми. Допускается установка дополнительных фильтров грубой очистки.

Вторую ступень фильтрации располагают на стороне нагнетания в начале приточного воздуховода для поддержания его в чистоте.

Если для системы приточного воздуха применяют одноступенчатую систему фильтрации, необходимо установить фильтр с эффективностью улавливания взвешенных частиц не менее ${}_{e}PM_{1}$ 50 % по ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4.

Если применяют двухступенчатую систему фильтрации, вентилятор приточного воздуха должен располагаться между первой и второй ступенями. Чтобы избежать роста микробов на воздушных фильтрах второй или более высокой ступени фильтрации, относительная влажность в зоне фильтра должна быть ограничена до 90 %. Следует не допускать достижения точки росы в области воздушного фильтра. Воздушные фильтры нельзя размещать сразу после охладителей с функцией осушения или увлажнителей (исключение — пароувлажнители).

При использовании рукавных фильтров площадь фильтрации должна составлять не менее 10 $м^2$ на 1 $м^2$ поперечного сечения. Используемые уплотнители не должны впитывать влагу, образовывать питательный субстрат для микроорганизмов. Следует обеспечить постоянную плотную посадку уплотнителя (например, воздушный подпор со стороны фильтруемого воздуха). Блоки фильтрации с внутренней высотой 1,6 м и выше следует оборудовать смотровым окном (со стеклом диаметром не менее 150 мм) и внутренним освещением.

При обоснованном выборе параметров вентилятора при заданном расчетном расходе необходимо учитывать фактическую запыленность фильтров и реальные потери давления в этих блоках.

Блок фильтрации должен быть оборудован устройствами для измерения перепада давления.

Примечания

1 В технических характеристиках приемно-смесительного блока рекомендуется указывать значения изменения объемного расхода, вызванное загрязнением фильтров.

2 Если допуски не указаны, то допускается эксплуатация в пределах ±10 % от среднего перепада давления.

Потери давления в блоке фильтрации при загрязнении фильтров не должны превышать значений, приведенных в таблице 9. При необходимости могут быть установлены меньшие допустимые перепады давления.

Фильтры, установленные в кондиционерах, предназначенных для обслуживания помещений, в которых находятся люди, должны быть испытаны и классифицированы в соответствии с ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4.

Таблица 9 — Максимальный допустимый перепад давления на фильтрах

Класс фильтра	Конечный перепад давления
Грубой очистки	Меньшее из двух значений, получаемых следующим путем: либо прибавить 50 Па к перепаду давления чистого фильтра, либо в три раза увеличить перепад давления чистого фильтра
${}_{e}PM_{1}$, ${}_{e}PM_{2,5}$, ${}_{e}PM_{10}$ по ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4	Меньшее из двух значений, получаемых следующим путем: либо прибавить 100 Па к перепаду давления чистого фильтра, либо в три раза увеличить перепад давления относительно чистого фильтра

Примечание — Конечные перепады давления, приведенные в таблице 9, — это типичные максимальные значения для работающих кондиционеров, при этом они ниже тех значений, которые используются для класси-

фикации в соответствии с ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4 для целей экономии энергии; эксплуатационные характеристики, которые определяют в результате испытаний в соответствии с ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4, не обязательно соответствуют указанным меньшим перепадам давления.

В местах применения фильтров в четком и легко читаемом виде должна быть отображена следующая информация (например, в виде маркировки): класс фильтра, тип фильтрующего материала, допустимый перепад давления. При изменении типа фильтра, следует проверить и при необходимости обновить имеющуюся информацию.

6.10 Блоки пассивного шумоглушения

Характеристики блоков шумоглушения проверяют в соответствии с требованиями ГОСТ 28100.

Шумоглушители следует размещать непосредственно рядом с источником излучения шума. Предпочтительно устанавливать их непосредственно перед вентилятором и сразу после него. Из соображений соблюдения гигиены, их не стоит устанавливать сразу после охладителей с функцией осушения или устройств с функцией увлажнения.

Следует обеспечить беспрепятственный приток и отток воздуха как в приточном воздухе, так и в удаляемом воздухе. Необходимо предусмотреть минимальное допустимое расстояние от других установленных компонентов.

7 Повышенные гигиенические требования для специальных помещений

7.1 Общие положения

Кондиционеры с повышенными гигиеническими требованиями (например, для применения в больницах, чистых комнатах, фармацевтической промышленности) должны в том числе соответствовать требованиям, установленным в настоящем разделе.

7.2 Доступность

Соответствующие компоненты кондиционера должны быть доступны для очистки через люки (дверцы) доступа как на входе, так и на выходе воздуха, или же для этих целей должны быть предусмотрены специальные съемные панели.

7.3 Гладкость поверхностей

Не допускается использование в конструкции кондиционера любых профилей или стыков, способных накапливать загрязнения и последующая очистка которых существенно затруднена, в соответствии с данным требованием особое внимание следует уделить полу корпуса. Все волокнистые и пористые материалы, за исключением сменных компонентов, таких как фильтры, должны быть защищены подходящим гладким материалом, способным выдержать частую очистку. Шурупы, болты и другие подобные компоненты не должны выступать из внутренних поверхностей воздуховодов и частей блоков, предназначенных для прохождения воздушного потока.

7.4 Смотровые окна и освещение

Все кондиционеры должны содержать смотровые окна и внутреннее освещение для проверки работы вентиляторов, фильтров и увлажнителей.

7.5 Дренаж, предотвращение образования конденсата, увлажнители

Для непатогенных бактерий, содержащихся в воде увлажнителя, используемой для кондиционирования воздуха, верхнее их предельное значение не должно превышать 1000 КОЕ/мл. При концентрации бактерий в воде для увлажнения более чем в 100 КОЕ/мл необходимо осмотреть и очистить соответствующие части оборудования.

В качестве устройств обеззараживания допускается использовать ультрафиолетовые стерилизаторы с целью уменьшения количества бактерий. При проектировании кондиционеров следует предусмотреть меры для недопущения попадания озонообогащенного воздуха в обслуживаемое помещение.

Применение биоцидов допустимо только лишь в тех случаях, если они не причиняют вреда здоровью людей, находящихся в обслуживаемых помещениях.

7.6 Утечка воздуха

Для установок с высокими требованиями по гигиене или энергосбережению запорные клапаны для приточного и удаляемого воздуха должны соответствовать требованиям по герметичности класса 4. Утечка воздуха через корпус не должна превышать класса L2 (R) (см. [2]).

8 Инструкции по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию

8.1 Монтаж

Монтаж кондиционера следует производить в соответствии с инструкциями изготовителя.

Инструкции по установке и вводу в эксплуатацию должны соответствовать обязательным требованиям. Инструкции должны включать информацию о пространстве, необходимом для проведения монтажа и последующего обслуживания, размерах опор или подвесов и тому подобную информацию. Предоставляемую информацию там, где это возможно и целесообразно, рекомендуется снабжать соответствующими чертежами, схемами и другими наглядными материалами. Информацию по подключению к водопроводу, канализации и электросети следует предоставлять на подробных чертежах. Кондиционер должен быть спроектирован таким образом, чтобы его легко можно было подключить к этим сетям, а также легко отключить в случае необходимости, например, в случае обслуживания или ремонта.

Кондиционер там, где это необходимо, должен иметь специальные приспособления для поднятия грузоподъемными механизмами, например, проушины для подвешивания на кране, поддоны для транспортировки вилочным погрузчиком.

Компоненты, подверженные риску повреждения, например, вентиляторы на пружинных виброопорах, при транспортировке должны быть соответствующим образом защищены, возможно, с применением соответствующих приспособлений. В таком случае, к устройству должна быть прикреплена этикетка с информацией, указывающей на то, что такие приспособления должны быть удалены после проведения монтажа.

Хрупкие компоненты или приспособления, подверженные риску повреждения в местах примыкания блоков между собой, должны быть защищены от повреждений путем принятия соответствующих мер (например, оребрение теплообменников должно быть полностью закрыто).

8.2 Эксплуатация и обслуживание

Инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию должны содержать следующую информацию:

- инструкции по безопасной эксплуатации, обслуживании и ремонте;
- инструкции по запуску и остановке оборудования;
- инструкции по контролю оборудования и КИПиА, проведению периодических проверок, рекомендации по периодичности проверок;
- описание нормального режима работы кондиционера, инструкции на оборудование защиты и управления, инструкции по поиску неисправностей;
- инструкции по обслуживанию и чистке, включая чертежи, в том числе для компонентов, требующих периодического обслуживания или замены, а также рекомендуемый график обслуживания и список применяемых при этом запасных частей, принадлежностей и материалов;
- рекомендуемый график периодических проверок.

Для каждого функционального блока кондиционера необходимы соответствующие инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию.

8.3 Документация и маркировка

Кондиционеры должны иметь прикрепленные к корпусу заводские таблички с нестираемой маркировкой.

Рядом с информацией об изготовителе, типе и заводском номере кондиционера, должны быть четко указаны все необходимые технические данные.

Чертеж со всеми основными и присоединительными размерами воздуховодов, технический паспорт, список запасных частей, а также инструкции по сборке, монтажу, вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию должны быть предоставлены вместе с кондиционером.

Приложение А
(справочное)

Измерение статического давления

А.1 Измерение давления внутри кондиционера

Для измерения давления внутри устройства рекомендуется использовать корпуса с отбором давления на стенках или кольцевые щели при следующих условиях:

а) для корпусов с отбором давления и кольцевых щелей:

- размещены в местах плавного и спокойного течения воздушного потока;
- размещены на расстоянии от мест застоя воздушного потока;
- вентилятор не должен дуть напрямую на места отбора давления;

б) для корпусов с отбором давления:

- максимальный размер корпуса: длина — 80 мм, высота — 80 мм, ширина — 80 мм;
- имеется только одно отверстие, размером от 0,5 до 3 мм, размещенное по центру на задней (тыльной) стенке корпуса;
- на задней (тыльной) стороне корпуса должны быть предусмотрены проставки (распорки), обеспечивающие расстояние между коробом и корпусом в 1—2 мм;
- корпус должен быть расположен на ровной поверхности;

в) для кольцевой щели:

- размещается вдоль всех четырех внутренних поверхностей агрегата в каждой измерительной плоскости;
- диаметр трубок не должен превышать (10 ± 1) мм;
- должно иметься не менее четырех отверстий на каждой стороне (поверхности) размером, не превышающем (1,5 ± 0,2) мм.

Для измерений статического давления до и после невентиляционных компонентов, которые нельзя демонтировать и снять и для которых невозможно использовать четыре подключенных корпуса отбора давления или кольцевую щель, допускается проводить измерение с четырьмя подключенными отводами давления заподлицо с внутренней поверхностью корпуса.

Если невентиляционные компоненты расположены рядом друг с другом последовательно или в группе, перепад давления может быть измерен для всей группы путем вычисления разницы между статическими давлениями после группы компонентов и перед группой.

Если невентиляционные компоненты размещаются отдельно, перепад давления должен быть измерен для каждого компонента, после чего следует провести суммирование.

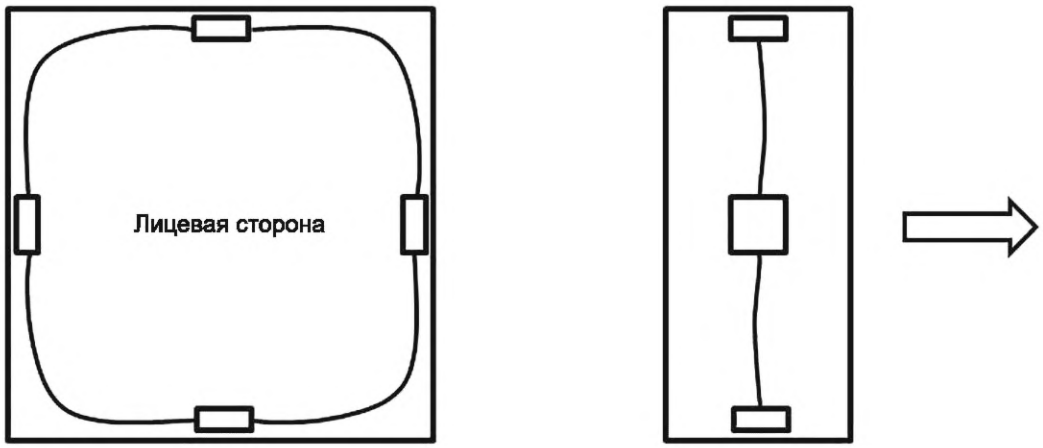


Рисунок А.1 — Измерение статического давления в воздуховоде с корпусом для отбора давления

А.2 Измерение давления в присоединенных воздуховодах вне кондиционера

Давление измеряют в соответствии с требованиями ГОСТ 10921 (см. также [1]). Если присоединительные воздуховоды имеют прямоугольную форму, скорость движения воздуха в них на выходах/входах кондиционера составляет менее 10 м/с, и они имеют длину и ширину более 500 мм, то следует измерить внешнее статическое давление в них. Четыре соединенные трубки отбора давления или кольцевые щели должны быть размещены в воздуховодах ближе к агрегату так, как показано на рисунке А.1, на входе агрегата и выходе из него. Угол соединения с агрегатом не должен превышать 15°. Длина воздуховода должна быть не менее половины его максимального поперечного размера до точки измерения давления и после нее.

Приложение Б
(справочное)

Измерение электрической мощности, потребляемой вентилятором

Б.1 Метод измерения

Напряжение и ток, потребляемые встроенными в кондиционер двигателями, следует измерять для каждой фазы после последнего предохранителя.

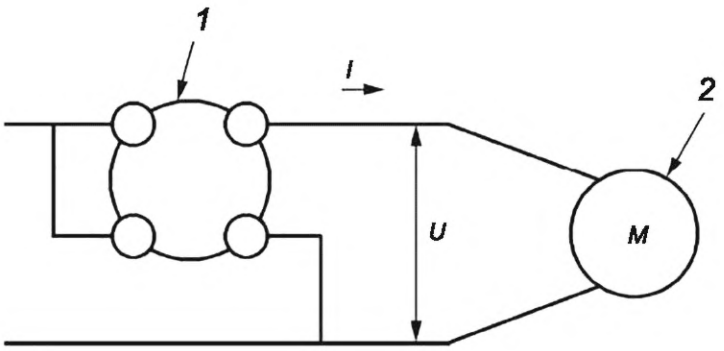
Потребляемую электрическую мощность измеряют либо непосредственно с помощью прибора для измерения мощности (ватт-метра), либо косвенно на основании произведенной электрической работы с помощью снятия показаний с электросчетчика (кВт · ч) до и после испытания.

Перед измерением необходимо проверить установки предохранительного устройства выключения двигателя. Для двигателей постоянного тока мощность определяется путем измерения напряжения U и силы тока I.

Электрическую мощность рассчитывают по формуле

$$P_e = U \cdot I. \quad (Б.1)$$

Для однофазных двигателей переменного тока схематично измерение электрической мощности с помощью ваттметра представлено на рисунке Б.1.



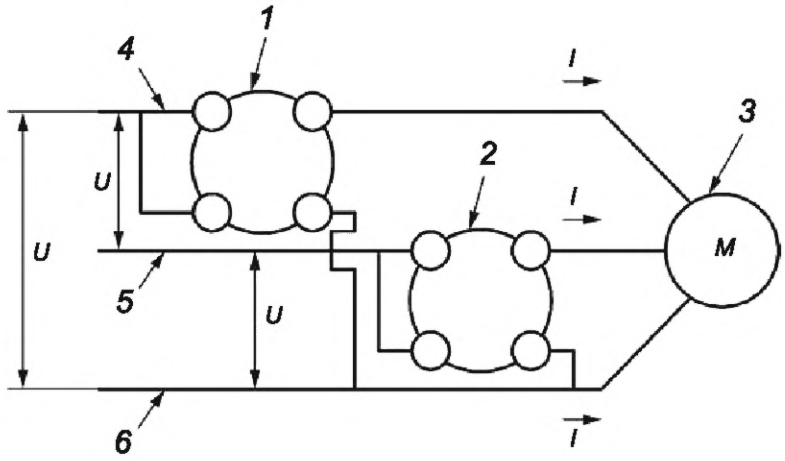
1 — ваттметр; *2* — электродвигатель

Рисунок Б.1 — Измерение электрической мощности для однофазного двигателя переменного тока

Примечание — С помощью ваттметра можно проводить непосредственные измерения электрической мощности, используя формулу

$$P_e = U \cdot I \cdot \cos(U,I). \quad (Б.2)$$

Для трехфазных двигателей переменного тока схематично измерение электрической мощности с помощью двух ваттметров представлено на рисунке Б.2.



1 — ваттметр 1; *2* — ваттметр 2; *3* — электродвигатель; *4* — фаза 1; *5* — фаза 2; *6* — фаза 3

Рисунок Б.2 — Измерение электрической мощности для трехфазного двигателя переменного тока

С помощью ваттметра 1 получают электрическую мощность P_1 по формуле

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos(-30° + \varphi). \quad (Б.3)$$

С помощью ваттметра 2 получают электрическую мощность P_2 по формуле

$$P_2 = U \cdot I \cdot \cos(30° + \varphi). \quad (Б.4)$$

Полную электрическую мощность P_e получают суммированием P_1 и P_2

$$P_e = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos(\varphi). \quad (Б.5)$$

Реактивную мощность Q получают с помощью разницы $P_1 - P_2$:

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin(\varphi); \quad (Б.6)$$

$$\operatorname{tg}(\varphi) = \frac{\sqrt{3} \cdot (P_1 - P_2)}{P_1 + P_2}. \quad (Б.7)$$

Для измерений силы тока в качестве измерительных инструментов можно использовать токоизмерительные клещи или амперметры с резьбовым подсоединением.

Б.2 Измерительное оборудование

При использовании измерительных трансформаторов следует задействовать измерители мощности или электросчетчики, обладающие достаточной точностью. При использовании измерительных трансформаторов необходимо следить за тем, чтобы нагрузка не превышала номинальную.

Б.3 Испытуемый блок

Измерительное оборудование следует подключать как можно ближе к клеммам подключения отдельных компонентов испытуемого оборудования. Расположение измерительного оборудования и кабелей должно быть таким, чтобы при проведении измерений не возникало ошибок из-за помех от магнитных полей. Кабели должны обладать необходимыми характеристиками, чтобы не вносить погрешности в результаты измерения.

Б.4 Неопределенности измерения

Неопределенность измерения определяется классами точности измерительного оборудования. Классы точности измерительного оборудования должны соответствовать приведенным в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Применяемое измерительное оборудование

Измерительное оборудование	Класс точности
Амперметр	1
Амперметр и измерительный трансформатор	1,5
Вольтметр	1
Вольтметр и измерительный трансформатор	1,5
Измеритель эффективной мощности (схема Арона) - с измерительным трансформатором	От 0,5 до 1 от 0,5 до 1,5
Измеритель эффективной мощности для трехфазного электродвигателя (три измерительные системы) - с измерительным трансформатором	От 0,5 до 1,5 от 0,5 до 1,5

Поскольку классом точности измерительного оборудования является погрешность измерений применительно к соответствующей измерительной шкале, то эта погрешность применима к любой точке внутри шкалы.

Пример — Амперметр класса точности 1 используется со шкалой манометра 500 мА. При проведении измерений получено значение 240 мА. Класс точности 1 означает, что относительная погрешность измерения при значении 500 мА составляет 1 %. Таким образом, относительная погрешность от 500 мА составляет 0,01, т. е. 5 мА для любого значения, измеренного на шкале прибора. Таким образом, в представленном примере значение может находиться в интервале от 235 мА до 245 мА.

Примечания

1 Чем меньше цена деления измерительного прибора, тем точнее измерения.

2 Классы точности применяют как к аналоговым, так и к цифровым средствам измерений.

Приложение В
(справочное)

Кондиционеры центральные. Рекуперация тепла. Характеристики

В.1 Эффективность рекуперации тепла

Тепловые качества СРТ в значительной степени определяются отношением температурных напоров η_t (температурным КПД). Если в рекуператоре имеет место перенос влаги, эффективность рекуперации тепла может быть описана энальпийным КПД или сочетанием температурного и влажностного КПД.

Температурный КПД показывает отношение фактической теплопроизводительности системы к максимально возможной, определенной по располагаемому температурному напору между входящим и удаляемым воздухом, и его рассчитывают по формуле

$$\eta_t = \frac{Q_{HRS}}{Q_P}, \tag{В.1}$$

где Q_{HRS} — мощность системы рекуперации тепла, кВт;

Q_P — максимально возможная мощность системы рекуперации тепла, кВт;

при этом

$$Q_{HRS} = q_{m2} \cdot c_{pA} \cdot (t_{22} - t_{21}) \tag{В.2}$$

или

$$Q_{HRS} = q_{m2} \cdot (h_{22} - h_{21}), \tag{В.3}$$

где q_m — массовый расход воздуха, кг/с;

c_{pA} — удельная теплоемкость, кДж/(кг·К);

t — температура воздуха, °С;

h — удельная энтальпия воздуха, кДж/кг.

Максимально возможную мощность СРТ определяют на основании температурного потенциала, т.е. разницы температур между вытяжным воздухом t_{11} и наружным воздухом t_{21} (см. рисунок В.1).

Получаем следующую формулу

$$\eta_t = \frac{Q_{HRS}}{Q_P} = \frac{q_{m2} \cdot c_{pA} \cdot (t_{22} - t_{21})}{q_{m2} \cdot c_{pA} \cdot (t_{11} - t_{21})}. \tag{В.4}$$

Таким образом температурный КПД можно представить в виде формулы

$$\eta_t = \frac{(t_{22} - t_{21})}{(t_{11} - t_{21})}. \tag{В.5}$$

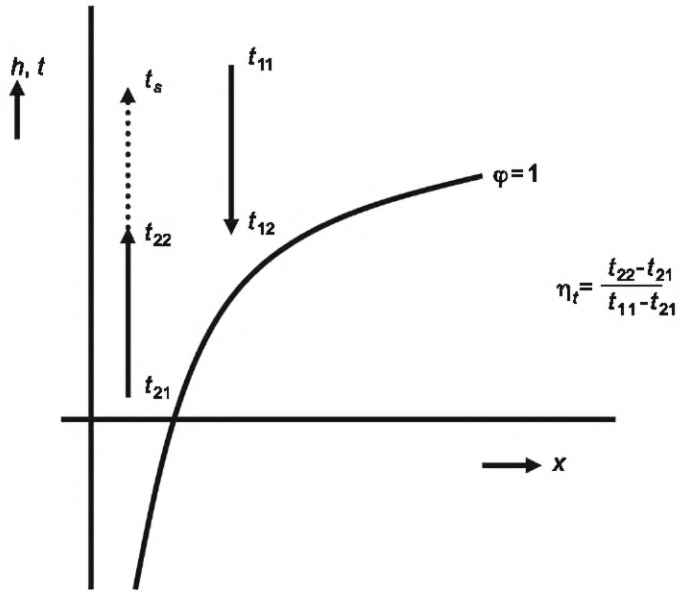


Рисунок В.1 — Рекуперация тепла на *hx*-диаграмме (зимний режим, подогрев приточного воздуха до температуры t_s путем рекуперации)

Если имеет место перенос влаги, коэффициент эффективности передачи влажности η_x может быть рассчитан по формуле

$$\eta_x = \frac{(x_{22} - x_{21})}{(x_{11} - x_{21})}, \quad (B.6)$$

где x — абсолютная влажность воздуха, г/кг.

Примечание — Индексы 11, 12, 21, 22 обозначают различные воздушные потоки входящие в кондиционер и выходящие из него.

Здесь следует отметить, что эффективность передачи влажности непостоянна в отличие от передачи температуры и сильно зависит от разницы влажности между двумя воздушными потоками. Потенциал передачи влажности k рассчитывают по формуле

$$k = x_{11} - x_{2s}, \quad (B.7)$$

где x_{2s} — влажность насыщения потока холодного наружного воздуха x_{21}.

Таким образом энтальпийный КПД η_h можно рассчитать по формуле

$$\eta_h = \frac{(h_{22} - h_{21})}{(h_{11} - h_{21})}, \quad (B.8)$$

при этом

$$h = c_{pA} \cdot t + x \cdot (c_{pC} \cdot t + r_0), \quad (B.9)$$

где c_{pA} — удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);

t — температура, °С;

c_{pS} — удельная теплоемкость водяного пара, кДж/(кг·К);

r_0 — удельная теплота парообразования воды при 0 °С, кДж/кг.

В сухих условиях, при $\Delta x = 0$, энтальпию рассчитывают по формуле

$$h = c_{pA} \cdot t. \quad \text{(B.10)}$$

При указанном условии температурный КПД η_t равен энтальпийному КПД η_h. КПД определяют в соответствии с ГОСТ Р ЕН 308 только на стороне приточного воздуха, чтобы не допустить ошибок. Соответственно, можно также определить КПД на стороне удаляемого воздуха.

В.2 Оценка

При конденсации на стороне удаляемого воздуха эффективность рекуперации тепла возрастает за счет улучшенной теплопередачи и более благоприятных температурных перепадов между приточным и удаляемым воздухом. Однако из-за небольшого промежутка времени существования влияние этих условий на эффективность рекуперации тепла несущественно. Следовательно, определить эффективность следует для сухих условий.

Помимо тепловой эффективности, для системы рекуперации тепла определяют также потери давления.

В.3 Расчет дополнительно затрачиваемой энергии

Потери давления определяют необходимость в дополнительной энергии для поддержания в рабочем состоянии системы рекуперации тепла. Эта дополнительная энергии в основном идет на приведение в движение электроприводов вентиляторов и другого энергопотребляющего оборудования, например, насосов.

Необходимую потребляемую мощность рассчитывают по формуле

$$P_{el} = q_v \cdot \Delta p_{HRS} \cdot \frac{1}{\eta_D} + P_{el,aux}, \quad \text{(B.11)}$$

где P_{el} — потребляемая электрическая мощность, Вт;

q_v — объемный расход воздуха, $м^3/с$;

Δp_{HRS} — сумма потерь давления в приточном и удаляемом воздухе в системе рекуперации тепла, Па;

η_D — эффективность кондиционера с учетом потерь давления в системе рекуперации, %;

$P_{el,aux}$ — потребляемая электрическая мощность дополнительных элементов (например, насосов), Вт.

Соотношение между потребляемой электрической мощностью и тепловой мощностью СРТ может быть также выражено через коэффициент эффективности системы рекуперации тепла ε

$$\varepsilon = \frac{Q_{HRS}}{P_{el}}. \quad \text{(B.12)}$$

В.4 Дополнительные характеристики

Могут быть определены и другие характеристики системы рекуперации тепла, относящиеся, например, к производительности, энергии или работе, рассчитываемые на ежегодной основе. Однако, в настоящем стандарте такие аспекты не рассматриваются.

В.5 Эффективность

Эффективность системы рекуперации тепла можно определить показателем, связанным с теплотой и электроэнергией. Если бы для работы системы рекуперации тепла не требовалась дополнительная энергия, то эффективность была бы равна температурному КПД. В общем случае эффективность представляет собой комбинацию температурной эффективности и коэффициента эффективности системы рекуперации тепла ε. Таким образом энергетический КПД η_e представляет собой отношение примененной мощности СРТ к потенциальной мощности СРТ, и его можно рассчитать по формулам:

$$\eta_e = \frac{Q_{HRS} - P_{el}}{Q_P}. \quad \text{(B.13)}$$

и

$$\eta_e = \left(1 - \frac{P_{el}}{Q_{HRS}}\right) : \frac{Q_P}{Q_{HRS}}; \quad \text{(B.14)}$$

$$\eta_e = \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) : \frac{1}{\eta_t}; \quad \text{(В.15)}$$

$$\eta_e = \eta_t \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right); \quad \text{(В.16)}$$

$$\eta_e = \eta_t \cdot \left(1 - \frac{P_{el}}{Q_{HRS}}\right). \quad \text{(В.17)}$$

Расчет репрезентативной годовой эффективности должен основываться на годовом показателе энергопотребления, связанном с годовым расчетным значением. Тепловая производительность СРТ сильно зависит от температуры наружного воздуха, в то время как электрическая мощность вспомогательных источников энергии относительно постоянна в течение года. Такой метод годовых энергетических наблюдений может быть перенесен также на другие характеристики СРТ.

В.6 Оценка годового потребления энергии

Также значения характеристик выполненной системой рекуперации тепла работы могут быть получены путем расчета отдельных годовых значений. Это делает представление данных более наглядным, что дает лучшую возможность для оценки и анализа того, какие данные являются более значимыми.

При необходимости следует учитывать влияние на полученные данные защиты от замерзания. При этом, коэффициент эффективности системы рекуперации тепла рассчитывают по формуле

$$\varepsilon = \frac{W_{HRS}}{W_{el}}, \quad \text{(В.18)}$$

где

$$W = \sum(Q \cdot t). \quad \text{(В.19)}$$

Годовую энергоэффективность, представляющую собой отношение примененной мощности СРТ к потенциальной мощности СРТ, рассчитывают по формулам:

$$\eta_{ea} = \left(1 - \frac{W_{el}}{W_{HRS}}\right) : \frac{W_P}{W_{HRS}}; \quad \text{(В.20)}$$

$$\eta_{ea} = \eta_{ta} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_a}\right). \quad \text{(В.21)}$$

Годовую энергоэффективность первичной энергии рассчитывают по формулам:

$$\eta_{ea} = \left(1 - \frac{f \cdot W_{el}}{W_{HRS}}\right) : \frac{W_P}{W_{HRS}}; \quad \text{(В.22)}$$

$$\eta_{ea} = \eta_t \cdot \left(1 - \frac{f}{\varepsilon_a}\right), \quad \text{(В.23)}$$

где f — коэффициент первичной энергии (например, $f = 2$).

Приложение Г
(справочное)

Кондиционеры центральные. Рекуперация тепла. Размораживание. Требования и проведение испытаний

Г.1 Общие положения

Настоящее приложение устанавливает методы лабораторных испытаний корректной работы кондиционера при рекуперации тепла с воздухо-воздушными теплообменниками категории I или II по ГОСТ Р EN 308 в условиях, при которых может произойти обмерзание. Испытания проводят в определенных рабочих точках, и полученные результаты возможно использовать для сравнения и расчетов рекуперации тепла в течение длительного периода времени (обычно этот период составляет один год).

Примечание — Для испытаний воздухо-воздушных теплообменников в ГОСТ Р ЕН 308 установлен метод лабораторных испытаний на утечку, перепад давления и соотношение температур. Однако в холодном климате теплообменники I и II категорий часто могут иметь проблемы с обмерзанием. В связи с тем, что размораживание касается не только самого теплообменника, но и всего кондиционера, в настоящем приложении описан метод испытаний компонентов на разморозку и защиту от замерзания. Обледенение может происходить при низких температурах наружного воздуха и высокой влажности удаляемого воздуха. Потери тепла при рекуперации могут быть значительными. Тип теплообменника, эффективность и температура удаляемого воздуха также могут влиять на проблему обледенения. Для теплообменников с перекрестным потоком эти проблемы обычно возникают при наружных температурах ниже −5 °С, когда в воздух добавляется влага не только из-за дыхания человека, но также из-за других процессов, таких как приготовление пищи, стирка и сушка.

Г.2 Размораживание

Г.2.1 Тепловой коэффициент размораживания

Тепловой эффект размораживания вычисляют по формуле

$$\varepsilon_D = \frac{\sum_{i=1}^{k}\left[q_{m22,i}\cdot c_{p2}\cdot\left(t_{22,i}-t_{21,i}\right)\Delta\tau_i\right]-Q_{defr}}{q_{m11}\sum_{i=1}^{k}c_{p1}\cdot\left(t_{11,i}-t_{21,i}\right)\Delta\tau_i}, \qquad (Г.1)$$

где ε_D — тепловой коэффициент размораживания;

k — количество измерений за определенное время;

$\Delta\tau$ — определенное время из общей выборки, с;

Q_{defr} — общая потребляемая мощность при размораживании в течение одного полного цикла замораживания/размораживания, Дж.

Г.2.2 Нециклическое размораживание

В кондиционере должна быть предусмотрена постоянно действующая функция размораживания, которая стабилизирует или препятствует образованию наледи. Перепад статического давления на стороне удаляемого воздуха остается неизменным.

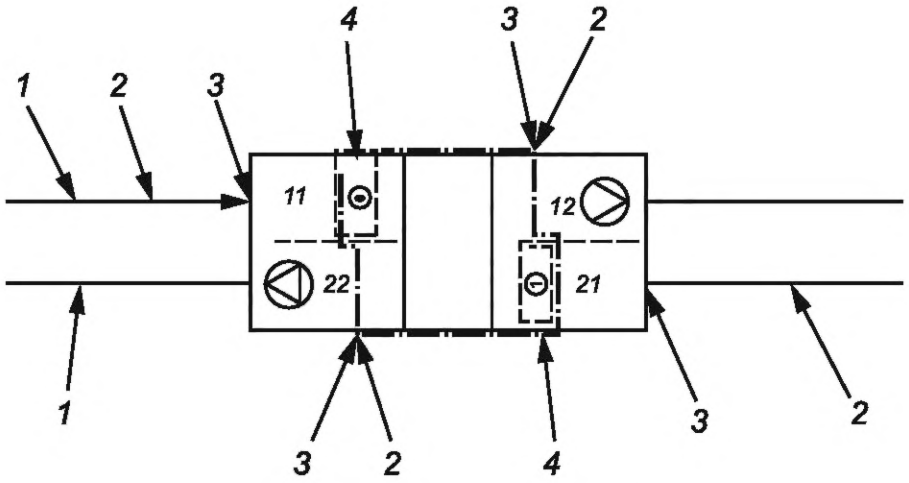
Г.2.3 Циклическое размораживание

В кондиционере допускается образование наледи с последующим периодом размораживания. Такая цикличность приводит к периодическому повышению/уменьшению перепада давления на стороне удаляемого воздуха.

Г.3 Проведение испытаний

Г.3.1 Испытательный стенд

Кондиционер должен работать с собственными вентиляторами и иметь внешние воздуховоды, чтобы размораживание сработало так же, как и в реальных условиях. Полный перепад внешнего давления должен составлять 250 Па при номинальном расходе воздуха как со стороны приточного, так и со стороны удаляемого воздуха. Настройки, связанные с перепадом давления и установленные в начале проведения испытания, должны быть сохранены таким образом, чтобы только наледь могла влиять на расход воздуха. Температуру окружающей среды вокруг стенда следует поддерживать на уровне 20 ± 3 °С. Схематично стенд изображен на рисунке Г.1.



1 — измерение расхода воздуха; *2* — измерение статического давления; *3* — измерение температуры; *4* — теплота, поглощаемая при размораживании; *11* — вытяжной воздух; *12* — удаляемый воздух; *21* — наружный воздух; *22* — приточный воздух

Рисунок Г.1 — Схема стенда для проведения испытаний на размораживание

Г.3.2 Рабочие точки

Характеристики рекуперации тепла определяют по двум рабочим точкам:

а) для расхода воздуха:

- приточный воздух — $q_{m2} = q_{mn}$;
- удаляемый воздух — $q_{m1} = q_{mn}$.

Примечание — Это исходные расходы воздуха. Расходы воздуха могут измениться при проведении измерений;

б) для температуры и влажности:

- вытяжной воздух плюс 20 °С, относительной влажностью 30 %;
- наружный воздух для рабочей точки 1 — минус 7 °С;
- наружный воздух для рабочей точки 2 — минус 15 °С.

Примечание — Рекомендуется рассмотреть специальные области применения, например, высокую влажность удаляемого воздуха и, соответственно, другие рабочие точки.

Данные для определения характеристик следует регистрировать в течение нескольких полных циклов размораживания. Испытание должно включать в себя не менее трех циклов размораживания, при этом общее время должно составлять не менее 6 ч.

При нециклическом размораживании выборку следует осуществлять в установившихся состояниях. Установившимся считают такое состояние, при котором температуры стабильны и перепад давления удаляемого воздуха Δp_1 на теплообменнике не отклоняется более чем на 5 % от среднего значения во время проведения испытания.

При размораживании данные следует регистрировать в одних и тех же рабочих точках. При циклическом размораживании изменение перепада давления Δp_1 не должно превышать 5 %.

Считают, что нециклические системы удовлетворяют требованиям, если они стабильны для условий эксплуатации.

Г.3.3 Процедуры испытаний

Там, где это возможно и не указано иное, следует применять ГОСТ Р ЕН 308. В дополнение к применимым требованиям ГОСТ Р EN 308 испытания следует проводить в соответствии с процедурами, установленными в А.3.4 и А.3.5.

Г.3.4 Определение теплового коэффициента размораживания

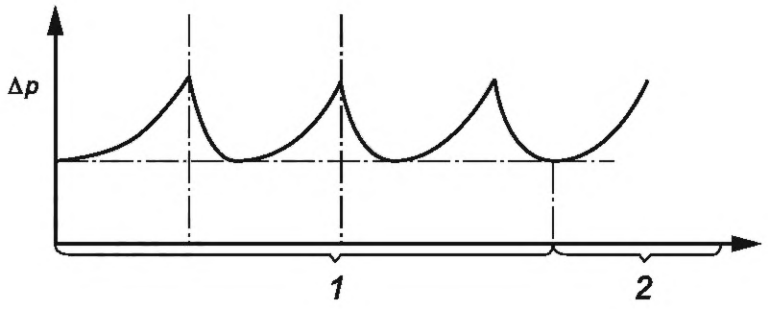
При проведении испытания среднее значение температур t_{11} для вытяжного воздуха и t_{21} для наружного воздуха следует отрегулировать с точностью до одного градуса (1 °С) от температурного значения, указанного в пункте А.3.2. Максимальное отклонение, которое может быть зафиксировано при проведении испытаний, должно составлять не более 1,5 °С от среднего значения.

При расчете коэффициентов размораживания необходимо учесть всю энергию, потребляемую для размораживания. На протяжении всего испытания следует регулярно измерять температуры воздушных потоков, потребляемую для размораживания энергию и перепады давлений. Интервал снятия значений указанных показателей не должен превышать 60 с.

Г.3.5 Общее время измерений

При нециклическом размораживании время измерений после достижения установившегося состояния должно составлять 30 минут.

При циклическом размораживании общее время измерений должно составлять минимум три цикла, как показано на рисунке А.2.



1 — время измерения; *2* — время, с; Δ*p* — перепад давления

Рисунок Г.2 — Время измерения для циклического размораживания

Г.4 Протокол испытаний

Г.4.1 Устройство рекуперации тепла

Следует дать описание схемы размораживания. Любые настройки параметров для управления размораживанием, таких как время и температура, должны быть четко указаны в протоколе испытаний.

Г.4.2 Тепловой коэффициент размораживания

Должны быть представлены следующие данные:

а) номинальные значения параметров в начале испытания, средние значения параметров, а также диаграммы, показывающие параметры как функцию во времени проведения испытания для следующих параметров:

- массовый расход удаляемого воздуха q_{m1}, кг/с;
- массовый расход приточного воздуха q_{m2}, кг/с;
- температуры для вытяжного воздуха t_{11}, °С;
- температуры для наружного воздуха t_{21}, °С;
- тепловой коэффициент размораживания ε_D, %;
- общая потребляемая мощность при размораживании в течение одного полного цикла замораживания/размораживания Q_{defr}, Дж;
- перепад давления удаляемого воздуха Δp_1, Па;

б) общее время измерений;

в) продолжительность и количество циклов.

Библиография

[1] ISO 5801:2017 Вентиляторы промышленные — Определение характеристик с использованием стандартных воздуховодов (Fans — Performance testing using standardized airways)

[2] DIN EN 1886—2009 Вентиляция зданий. Установки обработки воздуха. Механические характеристики (Lüftung von Gebäuden — Zentrale raumlufttechnische Geräte — Mechanische Eigenschaften und Messverfahren; Deutsche Fassung EN 1886:2007)

[3] DIN EN 1216—2003 Теплообменники. Воздухоохладители и воздухонагреватели с принудительной циркуляцией. Методы испытаний для определения производительности (DIN EN 1216 Wärmeaustauscher — Luftkühler und Lufterhitzer für erzwungene Konvektion — Prüfverfahren zur Leistungsfeststellung (enthält Änderung A1:2002); Deutsche Fassung EN 1216:1998 + A1:2002)

УДК 66.065.54:006.354 ОКС 91.140.30

Ключевые слова: кондиционер, кондиционер центральный, блок кондиционера, вентиляция и кондиционирование, испытания, вентиляторные блоки, теплообменники, блоки рекуперации тепла, блоки воздухорегулирования, блоки приемно-смесительные, блоки увлажнения, блоки фильтрации, блоки пассивного шумоглушения

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 15.09.2024. Подписано в печать 03.10.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,98. Уч-изд. л. 5,86.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru