ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71374— 2024

Вентиляция зданий

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Испытание на определение рабочих характеристик механических приточных и вытяжных вентиляционных установок без воздуховодов для систем механической вентиляции, включая рекуперацию тепла, и предназначенных для одного помещения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «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 11 сентября 2024 г. № 1207-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений стандарта ДИН ЕН 13141-8:2014 «Вентиляция зданий. Эксплуатационные испытания оборудования для вентиляции жилых помещений. Часть 8. Испытание на определение рабочих характеристик механических приточных и вытяжных вентиляционных установок без воздуховодов для систем механической вентиляции, включая рекуперацию тепла, и предназначенных для одного помещения» [DIN EN 13141-8:2014 «Lüftung von Gebäuden — Leistungsprüfung von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen — Teil 8: Leistungsprüfung von mechanischen Zuluft- und Ablufteinheiten ohne Luftführung (einschließlich Wärmerückgewinnung) für ventilatorgestützte Lüftungsanlagen von einzelnen Räumen», 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

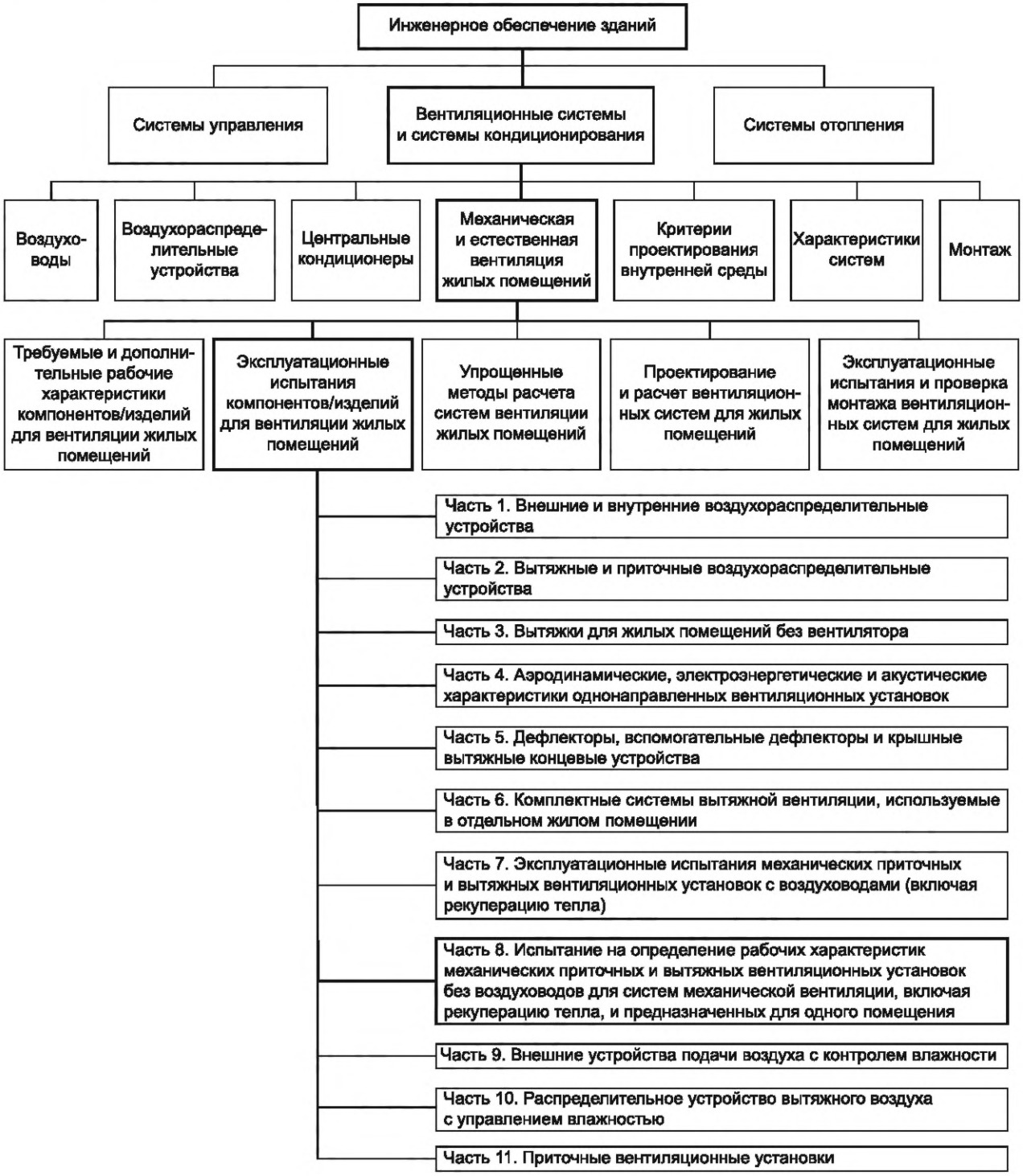
Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения и сокращения 4
5 Категории теплообменников 6
6 Требования 6
7 Методы испытаний 7
8 Классификация 24
9 Эксплуатационные испытания акустических характеристик 25
10 Результаты испытаний 27
Приложение А (обязательное) Метод испытания на утечку давлением 31
Приложение Б (обязательное) Испытательные схемы 33
Приложение В (обязательное) Смешивание внутри помещения 35

Введение

Настоящий стандарт устанавливает методы испытаний отдельно взятых изделий, используемых в вентиляционных системах жилых зданий, для получения рабочих характеристик.

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



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вентиляция зданий

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Испытание на определение рабочих характеристик механических приточных и вытяжных вентиляционных установок без воздуховодов для систем механической вентиляции, включая рекуперацию тепла, и предназначенных для одного помещения

Ventilation for buildings.
Performance testing of equipment for residential ventilation.
Performance testing of non-ducted mechanical supply and exhaust ventilation units, including heat recovery

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы лабораторных испытаний и требования к испытаниям для определения аэродинамических, тепловых, акустических и электрических характеристик механических приточных и вытяжных вентиляционных установок[1)] без воздуховодов, используемых в индивидуальных жилых домах.

Настоящий стандарт не рассматривает качество вентилируемого воздуха.

Настоящий стандарт применим к вентиляционным агрегатам, содержащим в своем составе один или несколько следующих компонентов:

- приточные и вытяжные вентиляторы;
- воздушные фильтры;
- теплообменники «воздух—воздух» для рекуперации тепла и, возможно, увлажнения;
- системы управления и контроля;
- вентиляционные решетки для приточного и удаляемого воздуха;
- теплообменники, обеспечивающие разделение потоков приточного и удаляемого воздуха.

Настоящий стандарт применим, если компоненты изделия выполнены:

- в виде отдельного агрегата;
- нескольких устройств, предназначенных для использования в качестве комплектного агрегата.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10921 Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний

ГОСТ 31353.2 (ИСО 13347-3:2004) Шум машин. Вентиляторы промышленные. Определение уровней звуковой мощности в лабораторных условиях. Часть 2. Реверберационный метод

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

[1)] В настоящем стандарте для более понятного изложения текста применены также эквивалентные понятия «агрегат» и «вентиляционный агрегат».

Издание официальное

ГОСТ ISO/IEC 17025—2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ Р 56769 (ИСО 717-1:2013) Здания и сооружения. Оценка звукоизоляции воздушного шума

ГОСТ Р ИСО 10140-1 Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции элементов зданий. Часть 1. Правила испытаний строительных изделий определенного вида

ГОСТ Р ИСО 10140-2 Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции элементов зданий. Часть 2. Измерение звукоизоляции воздушного шума

ГОСТ Р ИСО 10140-4 Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции элементов зданий. Часть 4. Методы и условия измерений

ГОСТ Р ИСО 10140-5 Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции элементов зданий. Часть 5. Требования к испытательным установкам и оборудованию

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

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 **внешняя утечка q_{ve}** (external leakage): Утечка воздуха, циркулирующего внутри вентиляционного агрегата, в окружающую среду или незапланированное попадание внутрь вентиляционного агрегата внешнего воздуха.

3.2 **внутренняя утечка q_{vi}** (internal leakage): Утечка внутри агрегата между потоками удаляемого и приточного воздуха.

3.3 **байпасная утечка на фильтре** (filter bypass leakage): Нежелательное и неконтролируемое проникновение воздуха вокруг фильтрующего элемента и рамки фильтра.

3.4 **внутренняя [наружная] герметичность q_{vio}** (indoor/outdoor airtightness): Значение максимального объемного расхода воздуха между внутренней и наружной средой при перепаде статического давления от минус 20 Па до плюс 20 Па при выключенных вентиляторах и закрытых жалюзи.

Примечание — Внутренняя/наружная герметичность обслуживаемого помещения не является внешней утечкой.

3.5 **коэффициент возврата удаляемого воздуха R_s** (exhaust air transfer ratio): Перенос воздуха в результате нагнетания из мест вытяжки в места притока, фактически являющийся рециркуляцией из-за внутренних и/или внешних утечек в корпусе.

3.6 **наружное смешивание R_{me}** (outdoor mixing): смешивание двух воздушных потоков, внешних по отношению к испытуемому оборудованию, между наружными выпускным и впускным отверстиями.

3.7 **смешивание внутри помещения** R_{mi} (indoor mixing): смешивание двух воздушных потоков, внешних по отношению к испытуемому оборудованию, между внутренними выпускным и впускным отверстиями.

3.8 **заявленный максимальный объемный расход воздуха** $q_{v\ max,d}$ (declared maximum air volume flow): Заявленный максимальный объемный расход воздуха агрегата при перепаде статического давления 0 Па внутри и снаружи помещения.

3.9 **максимальный объемный расход воздуха** $q_{v\ max}$ (maximum air volume flow): Заявленный или измеренный объемный расход воздуха, соответствующий максимальной настройке вентилятора агрегата при перепаде статического давления 0 Па внутри и снаружи помещения.

Примечание — Если значения объемных расходов приточного и вытяжного воздуха различны, то за значение максимального объемного расхода воздуха принимают меньшее из двух значений.

3.10 **заявленный минимальный объемный расход воздуха** $q_{v\ min,d}$ (declared minimum air volume flow): Заявленный минимальный объемный расход воздуха агрегата при перепаде статического давления 0 Па внутри и снаружи помещения.

Примечание — Если значения объемных расходов приточного и вытяжного воздуха различны, то за значение минимального объемного расхода воздуха принимают большее из двух значений.

3.11 **базовый объемный расход воздуха** $q_{v\ ref}$ (reference air volume flow): Объемный расход воздуха, равный 70 % от максимального объемного расхода.

Примечание — Если объемный расход воздуха в 70 % не может быть получен, применяют ближайшее значение в сторону увеличения.

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

3.13 **внешний перепад статического давления** $p_{s,ext}$ (external static pressure difference,: Разность между статическим давлением на выходе из агрегата и статическим давлением на входе.

3.14 **чувствительность расхода воздуха** v (air flow sensitivity): Максимальное относительное отклонение от максимального объемного расхода воздуха при перепаде статического давления от плюс 20 Па до минус 20 Па.

Примечание — Невыравненные потоки приточного и удаляемого воздуха влияют на теплопередачу вентиляционного агрегата и его способность к воздухообмену.

3.15 **температурный коэффициент** η_θ (temperature ratio): Отношение разницы температур на входе и выходе одного из воздушных потоков к разнице температур входов обоих воздушных потоков.

3.16 **коэффициент влажности** η_x (humidity ratio): Отношение разности удельных влажностей на входе и выходе одного из воздушных потоков к разности удельных влажностей на входах обоих воздушных потоков.

3.17 **потребляемая электрическая мощность** P_E (electrical power input): Среднее значение потребляемой электрической мощности, подводимой к оборудованию за определенный период времени при стандартных воздушных условиях.

Примечания

1 Потребляемая электрическая мощность складывается из потребляемой мощности:

- вентиляторов;
- контроллеров, компрессоров, устройств безопасности оборудования, за исключением дополнительных электрических нагревательных устройств, не используемых для размораживания.

2 При проведении испытаний для холодного климата потребляемую мощность электронагревателя, предназначенного для размораживания, включают в общее значение потребляемой электрической мощности.

3.18 **максимальная потребляемая электрическая мощность** $P_{E\ max}$ (maximum electrical power input): Потребляемая электрическая мощность при максимальном расходе воздуха.

3.19 **коэффициент подачи приточного воздуха** R_e (supply air transfer ratio): Массовая доля внешнего воздуха, нагнетаемого в помещение на выходе из агрегата.

Примечание — В нагнетаемом приточном воздухе также имеется рециркулируемый воздух из помещения, получаемый за счет внутренней и внешней утечек, а также перетечек снаружи агрегата за счет смешивания удаляемого воздуха с входящим воздухом.

3.20 **вентиляционный агрегат с переменным режимом** (alternating ventilation unit): Спаренный механический вентиляционный агрегат, объединенный в один общий или два отдельных корпуса с теплообменниками для накопления теплоты, работающий с синхронным изменением направлений воздушных потоков.

3.21 **переменный режим** (alternating mode): Режим работы, при котором вентиляционный агрегат периодически работает на приток воздуха или на его удаление.

3.22 **режим вентиляции** (ventilation mode): Режим работы, при котором агрегат работает в переменном режиме без рекуперации тепла.

3.23 **внутренняя сторона** (indoor side): Сторона, в которую осуществляется приток воздуха и/или его вытяжка.

3.24 **наружная сторона** (indoor side): Сторона, в которую осуществляется удаление воздуха и из которой осуществляется забор приточного воздуха.

3.25 **время цикла** (cycle time): Продолжительность цикла, в котором каждый контур агрегата с переменным режимом выполняет одну полную фазу притока и вытяжки.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

c — концентрация индикаторного газа, ppm;

$dq_{v,\,over}$ — абсолютное отклонение максимального объемного расхода воздуха из-за повышенного давления 20 Па;

$dq_{v,\,under}$ — абсолютное отклонение максимального объемного расхода воздуха из-за давления разряжения 20 Па;

d/λ — тепловое сопротивление, К/Вт;

$D_{n,\,e}$ — изоляция воздушного шума в третьоктавной полосе, дБ;

$D_{n,\,e,\,w}$ — глобальный индекс изоляции воздушного шума, дБ;

f_{red} — понижающий коэффициент;

L_W — уровень звуковой мощности в третьоктавной полосе, дБ;

L_{WA} — корректированный по А уровень звуковой мощности, дБа;

n — скорость вентилятора, мин$^{-1}$;

n_{vent} — скорость вентилятора в режиме вентиляции, мин$^{-1}$;

P_E — потребляемая электрическая мощность, Вт;

$P_{E\,\mathrm{ref}}$ — потребляемая электрическая мощность при базовом объемном расходе воздуха, Вт;

$P_{E\,\max}$ — максимальная потребляемая электрическая мощность, Вт;

$P_{E,Te}$ — потребляемая электрическая мощность в условиях испытаний, измеренная при плотности ρ_{Te}, Вт;

$P_{el,\,\max}$ потребляемая электрическая мощность при максимальном расходе воздуха, $q_{v\,\max}$, Вт;

$P_{el\,\mathrm{ref}}$ — потребляемая электрическая мощность при базовом объемном расходе воздуха, Вт;

$P_{el\,\max,\,vent}$ — потребляемая электрическая мощность при максимальном расходе воздуха $q_{v\,\max}$ в режиме вентиляции, Вт;

$P_{el\,\mathrm{ref},\,vent}$ — потребляемая электрическая мощность при базовом объемном расходе воздуха в режиме вентиляции, Вт;

p_s — статическое давление, Па;

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

$p_{s,\,ext,\,Te}$ — внешний перепад статического давления в условиях испытаний, измеренный при плотности ρ_{Te}, Па;

$p_{s\,\max}$ — максимальное статическое давление, Па;

$p_{s,\,vent,\,D1/2,\,ex/su}$ — максимальное статическое давление для каждого устройства и каждого направления, Па;

p_{us} — статическое давление агрегата, Па;

$p_{us,\ Te}$ — статическое давление агрегата в условиях испытаний, измеренная при плотности ρ_{Te}, Па;

q_m — массовый расход воздуха, кг/с;

$q_{m\ max,\ vent}$ — массовый расход воздуха агрегатом, кг/с;

q_{mp} — массовый расход продувочного воздуха, кг/с;

$q_{mp,\ I}$ — массовый расход продувочного воздуха на внутренней стороне;

$q_{mp,\ O}$ — массовый расход продувочного воздуха на наружной стороне;

$q_{m,\ ex,\ alt}$ — средний массовый расход вытяжного воздуха агрегата в переменном режиме, кг/с;

$q_{m,\ set}$ — настроенный массовый расход воздуха, кг/с;

$q_{m,\ su,\ alt}$ — средний массовый расход приточного воздуха агрегата в переменном режиме, кг/с;

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

$q_{v,\ alt}$ — объемный расход воздуха для вентиляционного агрегата с переменным режимом, $м^3/с$;

q_{ve} — внешняя утечка, $м^3/с$;

$q_{v,\ ex,\ alt}$ — средний объемный расход вытяжного воздуха в переменном режиме, $м^3/с$;

$q_{v,\ ex,\ Di}$ — расход вытяжного воздуха при работе агрегата в режиме вентиляции, $м^3/с$;

$q_{v,\ ex,\ vent}$ — Средний объемный расход вытяжного воздуха при работе в режиме вентиляции, $м^3/с$;

q_{vi} — объемный расход воздуха при внутренней утечке, $м^3/с$;

q_{vin} — расход при средней скорости вентилятора, $м^3/с$;

q_{vio} — внутренняя/наружная герметичность, $м^3/с$;

$q_{v\ max}$ — максимальный объемный расход воздуха, $м^3/с$;

$q_{v\ max,\ d}$ — заявленный максимальный объемный расход воздуха, $м^3/с$;

$q_{v\ min}$ — минимальный объемный расход воздуха, $м^3/с$;

$q_{v\ min,\ d}$ — заявленный минимальный объемный расход воздуха, $м^3/с$;

$q_{v,\ p}$ — объемный расход продувочного воздуха, $м^3/с$;

$q_{v,\ ref}$ — базовый объемный расход воздуха, $м^3/с$;

$q_{v,\ set}$ — объемный расход воздуха $q_{v,\ set}$ при плотности 1,2 $кг/м^3$, $м^3/с$;

$q_{v,\ su,\ alt}$ — средний объемный расход приточного воздуха в переменном режиме, $м^3/с$;

$q_{v,\ su,\ Di}$ — расход приточного воздуха в режиме вентиляции, $м^3/с$;

$q_{v,\ su,\ vent}$ — средний объемный расход приточного воздуха в режиме вентиляции, $м^3/с$;

$q_{v,\ vent}$ — объемный расход воздуха в режиме вентиляции, $м^3/с$;

R_e — коэффициент подачи приточного воздуха, %;

R_{me} — наружное смешивание, %;

R_{mi} — смешивание внутри помещения, %;

R_s — коэффициент возврата удаляемого воздуха, %;

t_{cycle} — время рабочего цикла вентиляционного агрегата с переменным режимом, с;

v — чувствительность расхода воздуха,%;

V_a — объем воздуха в агрегате, $м^3$;

V_c — объем корпуса, $м^3$;

x — удельная влажность, кг водяного пара/кг сухого воздуха;

x_I — удельная влажность на внутренней стороне, кг водяного пара/кг сухого воздуха;

x_O — удельная влажность на наружной стороне, кг водяного пара/кг сухого воздуха;

θ — температура воздуха, °С;

θ_{I1} — температура продувочного воздуха на внутренней стороне, °С;

θ_{O1} — температура продувочного воздуха на наружной стороне, °С;

θ_{O2} — температура продувочного воздуха при выходе на наружную сторону, °С;

θ_w — температура по влажному термометру, °С;

θ_{wI1} — температура по влажному термометру на внутренней стороне, °С;

θ_{wO2} — температура по влажному термометру на наружной стороне, °С;
$\eta_{x,\ ex}$ — коэффициент влажности агрегата на стороне удаляемого воздуха;
$\eta_{x,\ su}$ — коэффициент влажности агрегата на стороне приточного воздуха;
$\eta_{\theta,\ ex}$ — температурный коэффициент агрегата на стороне удаляемого воздуха;
$\eta_{\theta,\ su}$ — температурный коэффициент агрегата на стороне приточного воздуха;
ρ_{st} — плотность воздуха при стандартных воздушных условиях (20 °С и 101 325 Па), кг/м^3;
ρ_{Te} — плотность окружающего воздуха в испытательной камере, кг/м^3;
AM (или *alt*) — переменный режим (alternating mode);
POM — потребляемая мощность в рабочем режиме (power input in operable mode);
PSM — потребляемая мощность в режиме ожидания (power input in standby mode).

5 Категории теплообменников

Категории теплообменников установлены в таблице 1.

Таблица 1 — Категории теплообменников

Категория	Описание
HRC1	Рекуперативные теплообменники (например, воздухо-воздушные пластинчатые или трубчатые теплообменники)
HRC1a	Рекуперативные теплообменники категории 1а предназначены для передачи явной теплоты от одного воздушного потока к другому без движущихся частей. Поверхности теплообмена выполнены в виде пластин или трубок. Этот теплообменник может иметь конструкцию с параллельным потоком, поперечным потоком или противотоком или их комбинацию
HRC1x	Рекуперативные теплообменники категории 1х предназначены для передачи полной теплоты с проникновением пара от одного воздушного потока к другому без движущихся частей. Поверхности теплообмена выполнены в виде пластин или трубок. Этот теплообменник может иметь конструкцию с параллельным потоком, поперечным потоком или противотоком или их комбинацию
HRC3	Регенеративные теплообменники
HRC3a	Регенеративные теплообменники с движущимися частями (вращающиеся)
HRC3b	Регенеративные теплообменники с неподвижными частями и изменением направления потока

6 Требования

Перед проведением испытаний на определение тепловых характеристик необходимо определить аэродинамические характеристики, включая все утечки. Аэродинамические испытания допускается проводить совместно с испытанием тепловых характеристик (см. 7.3 или 7.4.5).

Следует подтвердить три аэродинамические характеристики (см. 7.2):

- внешнюю утечку;
- внутреннюю утечку или коэффициент возврата удаляемого воздуха;
- расход воздуха.

Другие характеристики, например байпасная утечка на фильтрах, не являются обязательными.

Поскольку неопределенности измерений сильно возрастают, испытания на тепловые характеристики не следует проводить, когда утечки в соответствии с 7.2.1 слишком велики. Агрегаты с теплообменниками категории HRC3b должны соответствовать классу утечек U1 или U2, все остальные агрегаты — классам утечки, установленным в таблице 2.

Таблица 2 — Допустимые утечки

Расположение вентилятора	Допустимый измеренный класс утечки
Вытяжной вентилятор перед теплообменником и приточный вентилятор после теплообменника	U1
Приточный вентилятор перед теплообменником и вытяжной вентилятор после теплообменника	U1, U2
Другие расположения вентилятора	U1, U2, U3

Изготовитель обязан предоставить следующую информацию:
- о максимальном объемном расходе воздуха;
- минимальном объемном расходе воздуха;
- категории теплообменника;
- классах фильтров для приточного и вытяжного воздуха;
- минимальной рабочей температуре наружного воздуха;
- наличии функции защиты от замерзания и об управлении ею (при проведении испытаний для холодного климата);
- минимальном расстоянии между входами и выходами для агрегатов с переменным режимом, выполненных в виде двух отдельных устройств;
- максимальной и минимальной длине воздуховодов через стену;
- возможностях балансирования объемными расходами воздуха;
- номинальных значениях работы при рекуперации тепла (значения переключения режимов);
- параметрах управления и датчиках;
- типах вентиляторов и регулировании скорости;
- возможности дистанционного управления;
- руководстве по монтажу.

7 Методы испытаний

7.1 Общие положения

Испытания проводят с агрегатом, содержащим все компоненты (включая воздуховоды, вентиляционные решетки и элементы управления), которые поставляют для использования по назначению и устанавливают в соответствии с инструкциями по монтажу. Если имеются воздуховоды переменной длины, предназначенные для монтажа сквозь стену, испытание проводят с длиной, которая наиболее близка к 500 мм.

Массовые расходы воздуха q_{m11} и q_{m22} следует измерять в установившемся состоянии одновременно.

Для испытаний вентиляционных агрегатов с переменным режимом руководствуются 7.4.

Если достигнут класс внутренней и внешней утечки U2 или выше, считают, что $q_{m11} = q_{m12}$ и $q_{m21} = q_{m22}$.

Испытания проводят при напряжении 230 В, которое следует поддерживать в течение всего испытания с точностью в пределах ±1 %. Если при проведении испытаний агрегата требуется устройство регулирования напряжения (трансформатор), такое устройство должно быть получено вместе с агрегатом, или его характеристики должны быть четко идентифицированы. При проведении расчетов следует учитывать потребляемую мощность такого устройства.

7.2 Определение аэродинамических характеристик

7.2.1 Утечки, смешивание и перенос воздуха

7.2.1.1 Общие положения

Методы оценки утечек, перемешивания и переноса воздуха в зависимости от категории теплообменника установлены в таблице 3.

Таблица 3 — Методы оценки утечек, перемешивания и переноса воздуха

Классификация	Пункт, подпункт стандарта, устанавливающий метод испытаний	Категория теплообменника			
		HRC1a	HRC1x	HRC3a	HRC3b
Внешняя утечка	7.2.1.2	X	X	X	X
Внутренняя утечка	7.2.1.3 а)	X	X	—	—
	7.2.1.3 б)	—	—	X	—
	7.4.2	—	—	—	X
Наружное смешивание	7.2.1.4	X	X	X	X
Смешивание внутри помещения		X	X	X	X
Внутренняя/наружная герметичность	7.2.2	X	X	X	X

Существует четыре класса утечек в зависимости от соотношения между самой утечкой воздуха и базовым объемным расходом воздуха.

7.2.1.2 Внешняя утечка

Внешнюю утечку измеряют в соответствии с приложением А. Во время испытаний вентиляторы испытуемого агрегата выключают.

Регистрируют значение внешней утечки q_{ve} при повышенном и пониженном давлении 50 Па, а также определяют процентное значение относительно базового объемного расхода воздуха.

Утечку при давлении 250 Па рассчитывают по формуле

$$q_{ve,250} = q_{ve,50} \cdot \left(\frac{250}{50}\right)^{0,65}. \quad (1)$$

Чтобы получить значение в процентах, значение измеренной утечки следует разделить на значение базового объемного расхода воздуха.

7.2.1.3 Внутренняя утечка

Внутреннюю утечку измеряют с помощью проведения испытаний давлением, также определяют коэффициент возврата удаляемого воздуха.

а) испытание давлением.

Внутренние утечки агрегатов с теплообменниками категории HRC1 измеряют с помощью испытания давлением 20 Па в соответствии с приложением А.

Утечку при давлении 100 Па рассчитывают по формуле

$$q_{vi,100} = q_{vi,20} \cdot \left(\frac{100}{20}\right)^{0,65}. \quad (2)$$

Чтобы получить значение в процентах, значение измеренной утечки следует разделить на значение базового объемного расхода воздуха;

б) коэффициент возврата удаляемого воздуха.

Коэффициент возврата удаляемого воздуха, измеренный методом индикаторного газа, применяют для классификации внутренних утечек агрегатов с теплообменниками категории HRC3a. Испытание проводят без перепада давления в системе с использованием испытательных схем, установленных в приложении Б.

Испытание методом индикаторного газа проводят следующим образом:

- вентиляторы следует включить, и они должны работать при базовом расходе воздуха;
- в вытяжной канал с внутренней стороны вводят индикаторный газ непосредственно перед вентиляционной решеткой или, если это невозможно, прикрепляют к вентиляционной решетке короткий воз-

духовод (не более 150 мм) того же поперечного сечения, что и вентиляционная решетка, через который вводят индикаторный газ;

- концентрацию индикаторного газа измеряют по передней линии вентиляционной решетки. Если это невозможно, используют короткие воздуховоды того же поперечного сечения, что и решетка, и производят измерения внутри такого воздуховода;

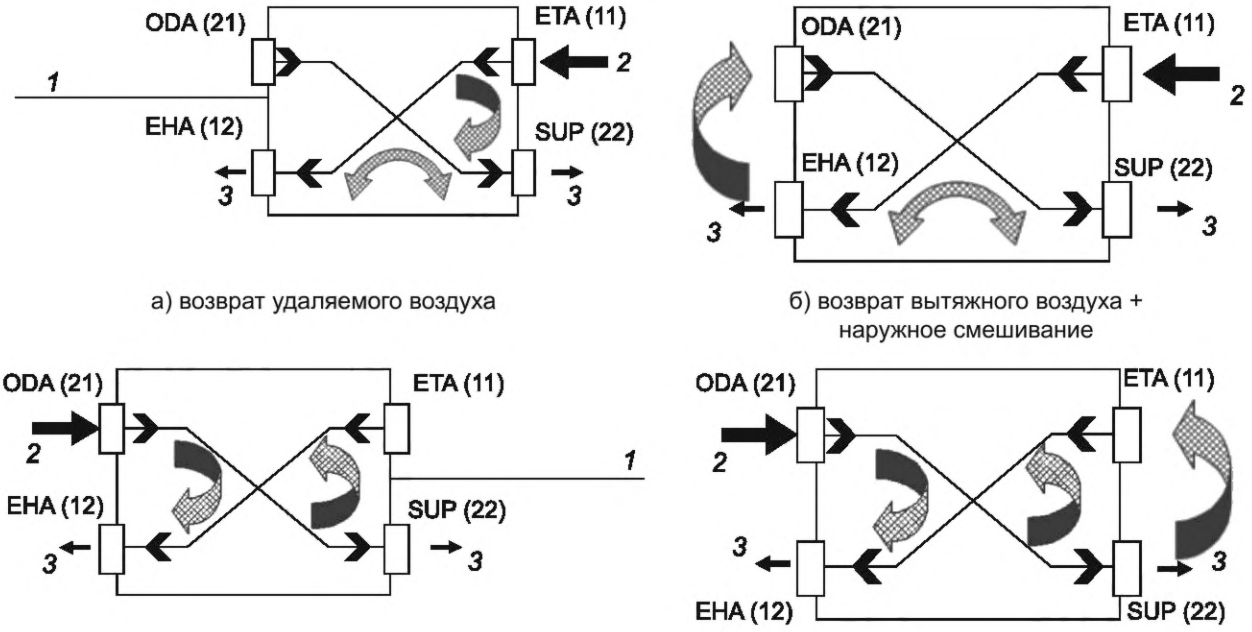
- для измерения внутренней утечки между наружными решетками устанавливают отражающую перегородку, которую герметизируют, чтобы выходящие газы не перемешивались с наружным воздухом и не попадали обратно во впускное отверстие. Отражающую перегородку следует устанавливать между выпускным и впускным отверстиями. Длина отражающей перегородки должна составлять не менее 300 мм (в любом направлении). Индикаторный газ вводят в отверстие для выпуска уходящих газов, после чего его концентрацию измеряют как в выпускном, так и в приточном отверстиях;

- коэффициент возврата удаляемого воздуха в приточный воздух является отношением двух концентраций, как определено в 7.2.1.4.

Примечание — Положения, касающиеся коэффициента возврата удаляемого воздуха для агрегатов с теплообменниками категории HRC3b описаны в 7.4.2.

7.2.1.4 Перенос воздуха и смешивание

Из-за небольших размеров единичного агрегата или спаренных механических устройств расстояние между входными и выходными воздушными отверстиями может быть небольшим, ввиду чего существует большая вероятность смешивания свежего наружного воздуха с удаляемым воздухом из помещения.



а) возврат удаляемого воздуха

б) возврат вытяжного воздуха + наружное смешивание

в) возврат приточного воздуха

г) возврат приточного воздуха + смешивание в помещении

1 — отражающая перегородка; *2* — введение индикаторного газа; *3* — измерение индикаторного газа; SUP (22) — приточный воздух; EHA (12) — удаляемый воздух; ETA (11) — вытяжной воздух; ODA (21) — наружный воздух

Рисунок 1 — Схематическая конфигурация испытаний на внутренние утечки и смешивание

Когда отражающая перегородка удалена, концентрация индикаторного газа на внутренней решетке приточного воздуха представляет собой сумму внутреннего смешивания и смешивания между выпускной и впускной решетками, выраженную в процентах от приточного расхода. Использование отражающей перегородки установлено в приложении В. Таким образом, смешивание рассчитывают как разницу между процентным содержанием, измеренным во время испытания, и процентом внутренней утечки.

Отдельные измерения смешивания проводят как для внутренней, так и для наружной решетки, измерение с самым высоким процентным значением используют для подтверждения характеристик (см. приложение В).

Примечание — Продолжительность испытания ограничена таким образом, чтобы любое загрязнение/насыщение испытательной камеры газом, влияющее на результат, было сведено к минимуму.

Испытание агрегатов с переменным режимом проводят в режиме вентиляции, а также агрегаты с переменным режимом устанавливают с минимальным заявленным расстоянием между входным и выходным отверстиями.

Коэффициент возврата удаляемого воздуха и смешивание рассчитывают по формулам (3) — (6).

Коэффициент возврата удаляемого воздуха определяют по формуле

$$R_{s1} = \left(\frac{C_{22} - C_{21}}{C_{12} - C_{21}}\right)_а \cdot 100\ \%. \quad (3)$$

Наружное смешивание определяют по формуле

$$R_{me} = \left[\left(\frac{C_{22} - C_{21}}{C_{12} - C_{21}}\right)_б - \left(\frac{C_{22} - C_{21}}{C_{12} - C_{21}}\right)_в\right] \cdot 100\ \%. \quad (4)$$

Коэффициент подачи приточного воздуха определяют по формуле

$$R_e = \left(\frac{C_{12} - C_{11}}{C_{22} - C_{11}}\right)_в \cdot 100\ \%. \quad (5)$$

Смешивание внутри помещения определяют по формуле

$$R_{mi} = \left[\left(\frac{C_{12} - C_{11}}{C_{22} - C_{11}}\right)_г - \left(\frac{C_{12} - C_{11}}{C_{22} - C_{11}}\right)_в\right] \cdot 100\ \%. \quad (6)$$

Примечание — В формулах (3) — (6) подстрочные индексы «а», «б», «в» и «г» относятся к соответствующим частям рисунка 1.

7.2.2 Герметичность входа/выхода

Испытание проводят при выключенных вентиляторах.

Если агрегат оборудован ручными или автоматическими жалюзи, измерение герметичности проводят при закрытых жалюзи.

Перепад статического давления внутри и снаружи регулируют на уровнях от минус 20 до плюс 20 Па, а также измеряют соответствующий расход воздуха.

7.2.3 Байпасная утечка на фильтре

Характеристики байпасной утечки на фильтре следует определить путем визуального осмотра, включая все следующие требования:

- конструкция воздушных фильтров и их рамок должна обеспечивать простоту сборки и плотную посадку;
- плотность прилегания не должна нарушаться под воздействием влаги (т. е. материалы не должны подвергаться влиянию влаги и воды; например, это может быть металлическая, пластиковая или пропитанная специальным составом картонная рамка).

7.2.4 Расход воздуха

Характеристики расхода и давления для приточного и удаляемого воздуха определяют в соответствии с ГОСТ 10921 для стандартных воздушных условий (20 °С, 101 325 Па). На данные характеристики влияют условия движения воздуха вверх по течению (т. е. скорость, возможное наличие завихрений и т. д.).

Условия ниже по течению обычно не влияют на работу агрегата, но характер движения после агрегата (особенно завихрения) может влиять на потери в воздушном контуре, и это следует учитывать при проектировании.

Для преобразования измеренных значений статического давления p_{us}, внешнего перепада статического давления $p_{s,\,ext}$ и потребляемой электрической мощности P_E к стандартным воздушным условиям (20 °С, 101 325 Па) применяют поправки по плотности воздуха по упрощенной методике по ГОСТ 10921 для вентиляторов с давлением ниже 2000 Па и числом Маха менее 0,15.

Для агрегатов с теплообменниками категории HRC3b следует учитывать аспекты, отличающиеся от требований, установленных в 7.4.3.1.

Статическое давление агрегата p_{us} с учетом поправки определяют по формуле

$$p_{us} = p_{us,\,Te} \cdot \frac{\rho_{st}}{\rho_{Te}}, \quad (7)$$

где $p_{us,\,Te}$ — статическое давление агрегата в условиях испытаний, измеренное при плотности воздуха ρ_{Te};

ρ_{Te} — плотность окружающего воздуха в испытательной камере;

ρ_{st} — плотность 1,2 кг/м^3, соответствующая воздуху при стандартных условиях (20 °С и 101 325 Па).

Внешний перепад статического давления $p_{s,\,ext}$ с учетом поправки определяют по формуле

$$p_{s,\,ext} = p_{s,\,ext,\,Te} \cdot \frac{\rho_{st}}{\rho_{Te}}, \quad (8)$$

где $p_{s,\,ext,\,Te}$ — внешний перепад статического давления в условиях испытаний, измеренный при плотности воздуха ρ_{Te}.

Потребляемую электрическую мощность P_E, с учетом поправки определяют по формуле

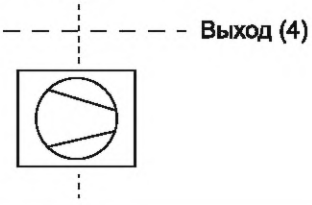
$$P_E = p_{E,\,Te} \cdot \frac{\rho_{st}}{\rho_{Te}}, \quad (9)$$

где $p_{E,\,Te}$ — подводимая электрическая мощность в условиях испытаний, измеренная при плотности воздуха ρ_{Te}.

Максимальный объемный расход воздуха и базовый объемный расход воздуха определяют при перепаде статического давления 0 Па между выходом и входом агрегата. Для агрегатов без воздуховодов внешний перепад статического давления $p_{s,\,ext}$, соответствует статическому давлению p_{us} согласно ГОСТ 10921.

Испытания следует проводить на испытательной установке категории А (свободный вход и свободный выход), как указано в таблице 4. Вентиляторы необходимо включить. Если класс утечки выше, чем U2, допускается измерять объемный расход воздуха на входе или на выходе.

Таблица 4 — Определение внешнего перепада статического давления

Способ определения перепада внешнего статического давления	Внешний перепад статического давления $p_{s,\,ext}$
	Агрегат без воздуховодов категории А 
Прямое измерение	p_3 или p_4
Рассчитывают на основе статического давления агрегата p_{us}	p_{us}
Примечание — p_3 — статическое давление на входе, Па; p_4 — статическое давление на выходе, Па.	

В месте измерения статического давления скорость воздуха, окружающего испытуемый агрегат, не должна превышать 1 м/с.

Для определения расхода воздуха с учетом разницы давлений между внутренним и наружным пространством необходимо провести как минимум следующие измерения (см. рисунок 2):

- два измерения при плюс 20 Па и минус 20 Па соответственно или при максимальном давлении, которое может быть достигнуто, если оно ниже 20 Па;
- два измерения при плюс 10 Па и минус 10 Па соответственно или при максимальном давлении, которое может быть достигнуто, если оно ниже 10 Па;

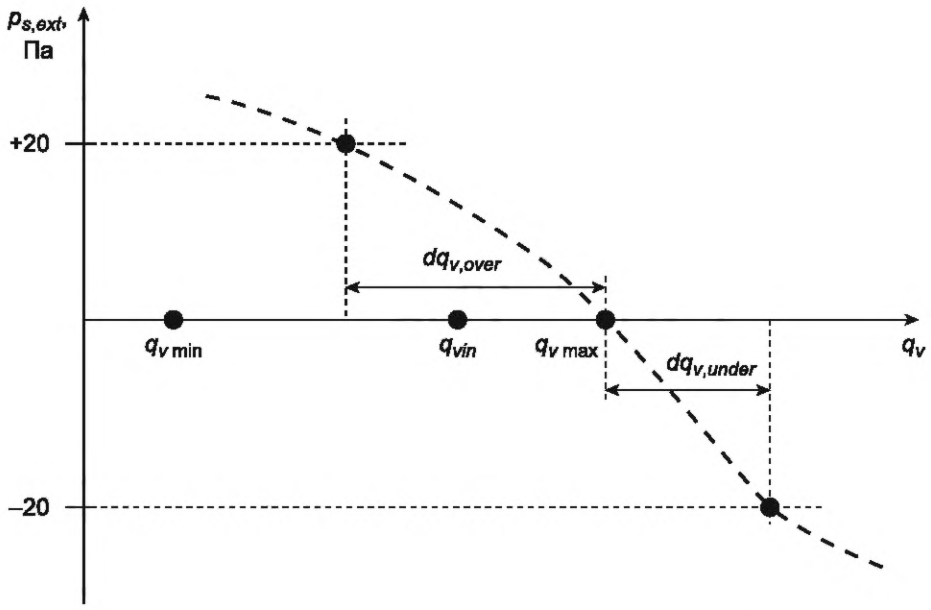
- одно измерение расхода воздуха при перепаде статического давления 0 Па между внутренним и наружным пространством.

Для агрегатов с несколькими скоростями вышеуказанные измерения проводят при следующих настройках:

- максимальный объемный расход воздуха;
- базовый объемный расход воздуха;
- минимальный объемный расход воздуха.

Примечание — Если базовый объемный расход воздуха не определен, его допускается принять за максимальный.

Если заявленный максимальный объемный расход воздуха $v_{max,\,d}$, равен измеренному максимальному объемному расходу воздуха при максимальном допуске 3 м^3/ч или 10 % q_{max}, то заявленный максимальный объемный расход воздуха принимают за максимальный объемный расход воздуха. В противном случае за максимальный объемный расход воздуха принимают измеренное значение.



$p_{s,\,ext}$ — внешний перепад статического давления; $q_{v\,max}$ — максимальный расход; $q_{v\,min}$ — минимальный расход; q_{vin} — расход при средней скорости вентилятора; $dq_{v,\,over}$ — абсолютное отклонение максимального объемного расхода воздуха из-за избыточного давления 20 Па; $dq_{v,\,under}$ — абсолютное отклонение максимального объемного расхода воздуха из-за пониженного давления 20 Па

Рисунок 2 — Измерения расхода воздуха (категория испытательной установки А)

7.2.5 Потребляемая электрическая мощность

Потребляемую электрическую мощность агрегата P_E при 0 Па определяют для стандартных воздушных условий (20 °С, 101 325 Па) по формуле (9). Как минимум определяют и регистрируют максимальную потребляемую электрическую мощность $P_{E\,max}$ при максимальном объемном расходе воздуха $q_{v\,max}$ и потребляемую электрическую мощность при базовом объемном расходе воздуха $P_{E\,ref}$.

Агрегат подключают к источнику питания и используют по назначению. При этом система управления агрегатом включена, и агрегат обеспечивает соответствующую скорость вентиляции согласно режимам работы.

Примечания

1 Вентиляторы и электронное управление работают.

2 Для вентиляционных агрегатов с переменным режимом электрическая мощность агрегата представляет собой суммарную электрическую мощность двух спаренных устройств.

Если система агрегата включает в себя также режим ожидания, в котором вентиляторы не работают, а элементы управления, необходимые для работы, активны (внутренние или внешние), то PSM также измеряют и для этого режима.

Если система может быть переведена в рабочий режим вручную или с помощью дистанционного управления и если завершение рабочего режима также осуществляют вручную, POM измеряют при работе с наибольшей нагрузкой.

7.3 Определение рабочих тепловых характеристик

7.3.1 Общие положения

Для корректной оценки тепловых характеристик аэродинамические характеристики, включая утечки, определяют до или вместе с испытаниями тепловых характеристик.

Для агрегатов с теплообменниками категории HRC3a следует использовать указанную номинальную скорость вращения вентилятора.

Нагреватели агрегата не работают во время проведения испытаний.

7.3.2 Условия испытаний

Во время проведения тепловых испытаний измеренные расходы воздуха должны соответствовать расходам воздуха, которые были получены в соответствии с 7.2.4 для испытательной установки категории А при стандартных воздушных условиях (20 °С, 101 325 Па).

Настроенный массовый расход воздуха $q_{m,\,set}$, который соответствует объемному расходу воздуха $q_{v,\,set}$ при плотности 1,2 кг/м^3, следует скорректировать при проведении измерений.

Пересчет объемного расхода $q_{v,\,set}$ в массовый расход $q_{m,\,set}$ проводят по формуле

$$q_{m,\,set} = q_{v,\,set} \cdot \rho_{st}, \tag{10}$$

где $q_{m,\,set}$ — массовый расход воздуха, примененный при стандартных воздушных условиях (20 °С и 101 325 Па);

$q_{v,\,set}$ — объемный расход воздуха (например, максимальный, базовый или минимальный);

ρ_{st} — плотность 1,2 кг/м^3, соответствующая воздуху при стандартных условиях (20 °С и 101 325 Па).

Если применяемый массовый расход воздуха $q_{m,set}$ не может быть достигнут при максимально возможной настройке, измерение проводят при максимально достижимом массовом расходе.

Температуру окружающего воздуха вокруг агрегата при проведении испытаний следует поддерживать на уровне температуры вытяжного воздуха по сухому термометру: (θ_{11} ± 1) K.

Температурные коэффициенты для приточного и вытяжного воздуха следует определять для базового расхода воздуха. Допускается проведение измерений и при других расходах воздуха. Полученные данные регистрируют.

Коэффициенты влажности для приточного и вытяжного воздуха определяют для базового расхода и (не обязательно) для минимального или максимального расхода воздуха, полученные значения регистрируют и указывают категорию теплообменников (для HRC1x и HRC3).

Примечания

1 Если коэффициенты для приточного и вытяжного воздуха сильно различаются, возможны несколько причин: мостик холода, утечка, потребляемая мощность вентилятора. Чтобы определить причину, иногда допускается сравнивать результаты испытаний с теплоизоляцией корпуса и без нее или использовать индикаторный газ для определения утечек.

2 Корректировку для теплоты, выделяемой вентиляторами или другими компонентами для температурных коэффициентов, не применяют.

7.3.3 Температурные условия

7.3.3.1 Стандартные испытания

Тепловые испытания следует проводить при температурных режимах стандартных испытаний в соответствии с типом и применением рекуператора (см. таблицу 5):

- точка 1 — испытание сухим воздухом проводят для всех агрегатов;
- точка 2 — промежуточная (на образование конденсата) и является обязательной для агрегатов с теплообменниками категорий HRC1x и HRC3 и необязательной для агрегатов категории HRC1a;
- точка 3 является дополнительной точкой, предназначенной для получения экстремальных условий образования конденсата.

Таблица 5 — Температурные условия для стандартных испытаний

Режим испытания	Стандартное испытание		
Номер точки	1	2	3
Категория теплообменника	HRC1 и HRC3 (обязательная точка)	HRC1a (необязательная) и HRC1x и HRC3 (обязательная)	HRC1 и HRC3 (необязательная)
Вытяжной воздух			
Температура θ_{11}, °C	20	20	20
Температура по влажному термометру θ_{w11}, °C	12	15	12
Наружный воздух			
Температура θ_{21}, °C	7	2	–7
Температура по влажному термометру θ_{21}, °C	—	1	–8

7.3.3.2 Испытание для холодного климата (точка 4)

Если агрегат предназначен для работы при температуре наружного воздуха ниже минус 15 °C, то испытание на холодный климат проводят для всех режимов эксплуатации при температурных условиях, указанных в таблице 6.

Начиная с 2 °C температуру наружного воздуха постепенно снижают до минус 15 °C в течение не менее 3 ч, после чего идет повышение до 2 °C также в течение не менее 3 ч.

Испытание проводят не менее 6 ч и не более 24 ч начиная с момента, в котором расход воздуха стабилизируется.

Испытание считают успешным, если температуры и массовые расходы во время рабочих циклов стабилизируются без опасного обледенения агрегата.

После испытания для холодного климата агрегат осматривают визуально. Такую проверку проводят сразу после размораживания или других подобных действий. Результаты наблюдения регистрируют в протоколе испытаний в части влияния обледенения и конденсации на работу устройства рекуперации тепла и отвода конденсата.

Таблица 6 — Температурные условия при испытаниях для холодного климата

Режим испытания	Испытание на холодный климат
Номер точки	4
Категория теплообменника	HRC1 и HRC3
Удаляемый воздух	
Температура θ_{11}, °C	20
Температура по влажному термометру θ_{w11}, °C	12
Наружный воздух	
Температура θ_{21}, °C	–15
Температура по влажному термометру θ_{21}, °C	—

7.3.4 Процедура испытаний

Температурные коэффициенты и коэффициенты влажности получают путем установления средних значений температур по сухому и влажному термометрам в секциях 11, 22, 21 и (не обязательно) в секции 12 (см. рисунок 1) в случае определения температурного коэффициента удаляемого воздуха.

В каждом месте должно быть не менее четырех точек измерения температуры, которые следует равномерно распределить по всему сечению отверстия.

Неопределенности измерений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7 — Неопределенности измерения

Измеряемый параметр	Неопределенность измерения
Температура по сухому термометру, К	±0,2 К
Температура по влажному термометру, К	±0,3 К
Объемный расход воздуха	не более 3 $м^3$/ч или 3 % q_v

Установившееся состояние считают достигнутым, когда все измеряемые величины остаются постоянными без необходимости изменения заданных характеристик в течение минимального периода времени 1 ч с учетом допустимых отклонений, установленных в таблице 8. Периодические колебания измеренных величин, вызванные срабатыванием устройств регулирования и контроля, допускаются при условии, что среднее значение таких колебаний не превышает допустимых отклонений, указанных в таблице 8.

Необходимо непрерывно регистрировать все значимые данные. При наличии записывающих приборов, которые работают циклически, их следует отрегулировать таким образом, чтобы полная запись производилась не реже одного раза каждые 30 с.

Продолжительность измерений — не менее 30 мин.

Таблица 8 — Допустимые отклонения от заданных значений

Измеряемый параметр	Допустимое отклонение среднеарифметических значений от заданных значений	Допустимое отклонение отдельных измеренных значений от заданных значений
Воздух (приточный и вытяжной)		
Температура на входе (сухой термометр), К	±0,3	±1
Температура на входе (влажный термометр), К	±0,3	±1
Объемный расход, %	±5	±10
Давление, %	—	±10
Напряжение, %	±1	±1

7.3.5 Оценка со стороны приточного воздуха (обязательные измерения), за исключением вентиляционных агрегатов с переменным режимом

Если имеет место неравенство $q_{m11} \le q_{m22}$, то температурный коэффициент на стороне приточного воздуха $\eta_{\theta, su}$ определяют по формуле

$$\eta_{\theta, su} = \frac{\theta_{22} - \theta_{21}}{\theta_{11} - \theta_{21}}. \quad (11)$$

Если имеет место неравенство $q_{m11} > q_{m22}$, то температурный коэффициент на стороне приточного воздуха $\eta_{\theta, su}$ с учетом корректировки определяют по формуле

$$\eta_{\theta, su} = \frac{\theta_{22} - \theta_{21}}{\theta_{11} - \theta_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}}. \quad (12)$$

Если имеет место неравенство $q_{m11} \le q_{m22}$, то коэффициент влажности на стороне приточного воздуха $\eta_{x, su}$ рассчитывают по формуле

$$\eta_{x, su} = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}}. \quad (13)$$

Если имеет место неравенство $q_{m11} > q_{m22}$, то коэффициент влажности на стороне приточного воздуха $\eta_{x, su}$ с учетом корректировки определяют по формуле

$$\eta_{x, su} = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}}. \quad (14)$$

Для сбалансированных агрегатов массовый расход q_{m22} (приточный воздух) не должен отклоняться более чем на 3 % или 3,6 кг/ч относительно q_{m11} (вытяжной воздух). При превышении этого значения агрегат является несбалансированным, что необходимо отразить в протоколе испытаний.

7.3.6 Оценка со стороны удаляемого воздуха (необязательное измерение), за исключением вентиляционных агрегатов с переменным режимом

Если имеет место неравенство $q_{m21} \leq q_{m12}$, то температурный коэффициент на стороне удаляемого воздуха $\eta_{\theta, ex}$ рассчитывают по формуле

$$\eta_{\theta, ex} = \frac{\theta_{11} - \theta_{12}}{\theta_{11} - \theta_{21}} . \quad (15)$$

Если имеет место неравенство $q_{m21} > q_{m12}$, то температурный коэффициент на стороне удаляемого воздуха $\eta_{\theta, ex}$ с учетом корректировки рассчитывают по формуле

$$\eta_{\theta, ex} = \frac{\theta_{11} - \theta_{12}}{\theta_{11} - \theta_{21}} \cdot \frac{q_{m12}}{q_{m21}} . \quad (16)$$

Если имеет место неравенство $q_{m21} \leq q_{m12}$, то коэффициент влажности на стороне удаляемого воздуха $\eta_{x, ex}$ рассчитывают по формуле

$$\eta_{x, ex} = \frac{x_{11} - x_{12}}{x_{11} - x_{21}} . \quad (17)$$

Если имеет место неравенство $q_{m21} > q_{m12}$, то коэффициент влажности на стороне удаляемого воздуха $\eta_{x, ex}$ с учетом корректировки рассчитывают по формуле

$$\eta_{x, ex} = \frac{x_{11} - x_{12}}{x_{11} - x_{21}} \cdot \frac{q_{m12}}{q_{m21}} . \quad (18)$$

Для сбалансированных агрегатов массовый расход q_{m22} (приточный воздух) не должен отклоняться более чем на 3 % или 3,6 кг/ч относительно q_{m11} (вытяжной воздух). При превышении этого предела агрегат считают несбалансированным и информацию о дисбалансе отражают в протоколе испытаний.

7.4 Отличительные особенности вентиляционных агрегатов с переменным режимом

7.4.1 Общие положения

В вентиляционных агрегатах с переменным режимом для рекуперации тепла используют регенеративные теплообменники категории HRC3b. Они циклически накапливают и отдают теплоту за счет реверсирования воздушного потока. Для поддержания правильного баланса объемного расхода воздуха требуется как минимум два воздушных пути, идущих в противоположных направлениях.

Для обеспечения рекуперации тепла и влаги направление воздушного потока периодически меняется с вытяжки на приток.

Вентиляционные агрегаты с переменным режимом по заявлению изготовителя могут обслуживать более одного помещения, при этом такие агрегаты испытывают в одном помещении в соответствии с настоящим стандартом.

7.4.2 Внутренняя утечка. Коэффициент возврата удаляемого воздуха

Расчет коэффициента возврата удаляемого воздуха применяют для классификации внутренних утечек для агрегатов с теплообменниками категории HRC3b.

В вентиляционных агрегатах с переменным режимом определение коэффициента возврата удаляемого воздуха проводят в два этапа:

- первый этап — измеряют коэффициент возврата удаляемого воздуха R_{s1} в режиме вентиляции (без рекуперации тепла) по 7.2.1.4. Если блок состоит из двух отдельных устройств, это измерение не проводят, при этом коэффициент передачи удаляемого воздуха считают равным нулю ($R_{s1} = 0$);
- второй этап — это «возврат» R_{s2}, который учитывает объем воздуха, поступившего обратно при переключении режимов.

Значение «возврата» трудно определить путем измерения. Поэтому данное значение определяют методом оценки. В упрощенном виде объем удаляемого воздуха допускается принять равным 50 % от общего объема воздуха в корпуса агрегата V_a, который можно рассчитать путем измерения соответствующих размеров или используя данные о конструкции агрегата, предоставленные изготовителем. После чего значение «возврата» R_{s2} рассчитывают, используя время цикла t_{cycle} и объемного расхода $q_{v, alt}$, по формуле

$$R_{s2} = \frac{(V_e)}{(t_{cycle} \cdot q_{v,\,alt})} \cdot 2 \cdot 100\ \%. \quad (19)$$

Общий коэффициент возврата удаляемого воздуха рассчитывают по формуле

$$R_s = R_{s1} + R_s. \quad (20)$$

7.4.3 Определение объемного расхода воздуха

7.4.3.1 Измерение объемного расхода воздуха в режиме вентиляции

Для измерения и оценки объемного расхода воздуха в вентиляционных агрегатах с переменным режимом объемный расход воздуха в режиме вентиляции применяют в качестве вспомогательной величины. Агрегат должен обеспечивать режим вентиляции в обоих направлениях работы.

Поскольку объемный расход воздуха может различаться между двумя имеющимися устройствами и в зависимости от направления работы, для каждой требуемой настройки скорости вентилятора, для каждого из устройств следует определить график (диаграмму) объемного расхода воздуха в соответствии с 7.2.4.

Средний объемный расход приточного воздуха в режиме вентиляции $q_{v,su,vent}$ рассчитывают как средний объемный расход приточного воздуха двух устройств по формуле

$$q_{v,\,su,\,vent} = \frac{q_{v,\,su,\,D1} + q_{v,\,su,\,D2}}{2}, \quad (21)$$

где $q_{v,\,su,\,D1}$ — объемный расход приточного воздуха в режиме вентиляции устройства 1, определяемый по 7.2.4;

$q_{v,\,su,\,D2}$ — объемный расход приточного воздуха в режиме вентиляции устройства 2, определяемый по 7.2.4.

Средний объемный расход вытяжного воздуха в режиме вентиляции $q_{v,ex,vent}$ рассчитывают как средний объемный расход вытяжного воздуха двух устройств по формуле

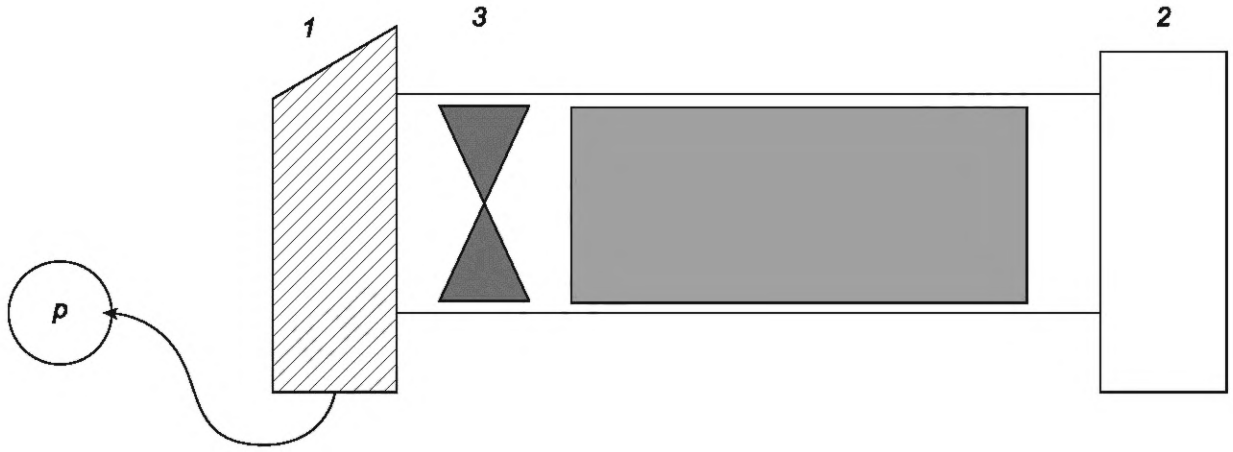
$$q_{v,\,ex,\,vent} = \frac{q_{v,\,ex,\,D1} + q_{v,\,ex,\,D2}}{2}, \quad (22)$$

где $q_{v,\,ex,\,D1}$ — объемный расход вытяжного воздуха в режиме вентиляции устройства 1, определяемый по 7.2.4;

$q_{v,\,ex,\,D2}$ — объемный расход вытяжного воздуха в режиме вентиляции устройства 2, определяемый по 7.2.4.

7.4.3.2 Измерение объемного расхода воздуха в переменном режиме

Объемный расход воздуха в переменном режиме определяют косвенно путем измерения статического давления устройства. Для выполнения измерений выпускные отверстия на внутренней стороне агрегата герметизируют, и, таким образом, вентиляторы работают вплотную к заглушенному выпускному отверстию, без перемещения воздуха. Кроме того, к каждому заглушенному отверстию агрегата подключают два быстродействующих датчика давления, как показано на рисунке 3. С помощью этих датчиков статическое давление p_s измеряют в зависимости от скорости вращения вентилятора и направления движения воздуха, как показано на рисунке 3.

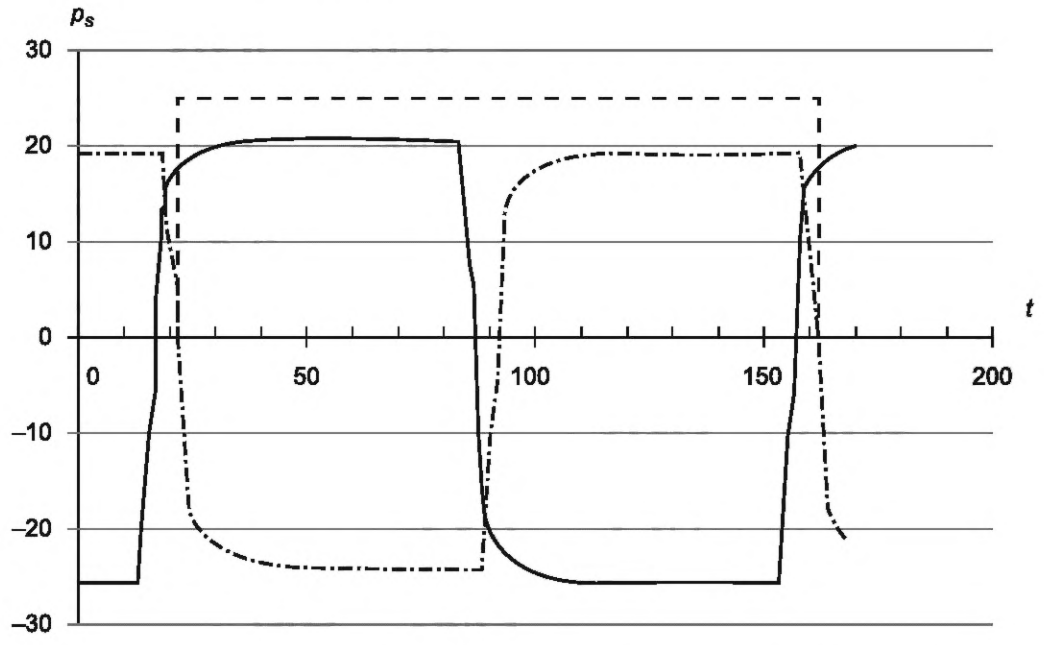


1 — внутренняя сторона (заглушенная); *2* — наружная сторона (открытая); *3* — вентилятор;
p — быстродействующий датчик давления

Рисунок 3 — Испытательная конфигурация для измерения давления

При первом измерении определяют максимальное статическое давление $p_{s,\ vent,\ Di/2,\ ex/su}$ (для каждого из двух устройств и каждого направления). Максимальное статическое давление $p_{s\ max}$ соотносится с объемным расходом воздуха, определенным в режиме вентиляции.

При втором измерении определяют изменение статического давления в переменном режиме. Минимальное время измерения составляет один цикл. Изменение значения статического давления зависит от скорости вентилятора, а арифметический знак статического давления представляет направление потока. Для приемлемого снятия показаний объемного расхода воздуха частота получения информации от датчика давления должна быть не менее одного раза в секунду. На рисунке 4 приведен пример изменения статического давления.



t — время, с; p_s — статическое давление (режим положительной подачи, режим отрицательной вытяжки), Па;
— — измеренный курс давления *D*1; — · — измеренный курс давления *D*2; - - - — t_{cycle}

Рисунок 4 — График изменения давления в одном цикле

По изменению давления определяют время цикла t_{cycle}.

Связь между статическим давлением и объемным расходом воздуха рассчитывают по формуле

$$q_{v(t)} = \left(\frac{p_{s(t)}}{p_{s\,max}}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot q_{v,\,vent} = \sqrt[3]{\left(\frac{p_{s(t)}}{p_{s\,max}}\right)^{2}} \cdot q_{v,\,vent}, \quad (23)$$

где $p_{s,\,max}$ — соответствующее максимальное статическое давление, определенное в режиме вентиляции для каждого устройства и каждого направления движения воздуха.

Альтернативно направление движения воздуха в переменном режиме возможно определить по скорости вращения вентиляторов. В этом случае устройство не работает против закрытого воздуховыпускного отверстия на внутренней стороне. Частота получения информации с датчика скорости вращения также должна быть не менее одного раза в секунду. Зависимость между скоростью и объемным расходом воздуха рассчитывают по формуле

$$q_{v(t)} = \frac{n_{(t)}}{n_{vent}} \cdot q_{v,\,vent}, \quad (24)$$

где $q_{v,\,vent}$ — объемный расход воздуха, определенный по 7.4.3.1, либо в режиме притока, либо в режиме вытяжки;

n_{vent} — максимальная скорость вентилятора, определяемая в режиме вентиляции для каждого устройства и каждого направления движения воздуха.

После определения направления движения воздуха средний объемный расход приточного воздуха в переменном режиме $q_{v,\,su,\,alt}$ возможно определить путем интегрирования объемных расходов приточного воздуха двух устройств за время одного цикла и деления на t_{cycle} по формуле

$$q_{v,\,su,\,alt} = \frac{\int_{t_{cycle}} q_{v,\,su,\,D1} \cdot dt + \int_{t_{cycle}} q_{v,\,su,\,D2} \cdot dt}{t_{cycle}}. \quad (25)$$

Средний объемный расход вытяжного воздуха в переменном режиме $q_{v,\,ex,\,alt}$ можно определить путем интегрирования объемных потоков вытяжного воздуха двух устройств за время одного цикла и деления t_{cycle} по формуле

$$q_{v,\,ex,\,alt} = \frac{\int_{t_{cycle}} q_{v,\,ex,\,D1} \cdot dt + \int_{t_{cycle}} q_{v,\,ex,\,D2} \cdot dt}{t_{cycle}}. \quad (26)$$

Если плотность воздуха на стороне приточного и вытяжного воздуха одинакова, отношение массового расхода воздуха считают равным отношению объемного расхода воздуха:

$$\frac{q_{m,\,su,\,alt}}{q_{m,\,ex,\,alt}} = \frac{q_{v,\,su,\,alt}}{q_{v,\,ex,\,alt}}. \quad (27)$$

Если утечка превышает или равна классу U2, допускается использовать формулу

$$\frac{q_{m,\,ex,\,alt}}{q_{m,\,su,\,alt}} = \frac{q_{v,\,ex,\,alt}}{q_{v,\,su,\,alt}}. \quad (28)$$

Данные соотношения массового расхода воздуха следует использовать для корректировки результатов тепловых испытаний по 7.4.5.3 в).

Второе значение характеристики может быть определено путем вычисления понижающего коэффициента f_{red} между средним расходом воздуха в переменном режиме $q_{v,\,su,\,alt}$ и режиме вентиляции $q_{v,\,su,\,vent}$. Понижающий коэффициент для среднего расхода в переменном режиме рассчитывают по формуле

$$f_{red} = \frac{q_{v,\,su,\,alt}}{q_{v,\,su,\,vent}}. \quad (29)$$

7.4.3.3 Объемный расход воздуха

Соответствующие объемные расходы воздуха блоков вентиляционного агрегата с переменным режимом являются объемными расходами воздуха, которые определены при работе в переменном режиме, в связи с чем применяют условия, приведенные ниже.

а) $q_v = \min(q_{v,\,su,\,alt};\ q_{v,\,ex,\,alt})$;

б) $q_{v\,min} = \max(q_{v\,min\,su,\,alt};\ q_{v\,min\,ex,\,alt})$.

7.4.4 Потребляемая электрическая мощность

Потребляемую электрическую мощность определяют в режиме вентиляции в соответствии с 7.2.5 и применяют корректировку с помощью понижающего коэффициента f_{red}.

Потребляемую электрическую мощность при максимальном расходе воздуха $q_{v\ max}$ и базовом объемном расходе воздуха рассчитывают по формулам:

$$P_{el\,max} = P_{el\,max,\,vent} \cdot f_{red}; \tag{30}$$

$$P_{el\,ref} = P_{el\,ref,\,vent} \cdot f_{red}. \tag{31}$$

7.4.5 Эксплуатационные испытания тепловых характеристик

7.4.5.1 Общие положения

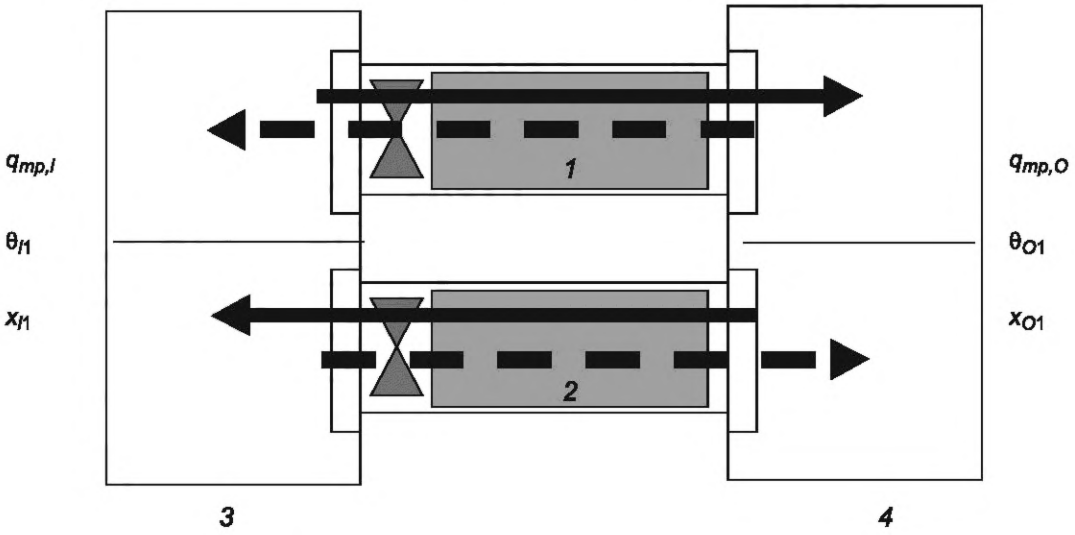
Тепловые характеристики измеряют методом продувки воздухом. Принцип метода заключается в смешивании и гомогенизации выходящего из агрегата воздуха с помощью продувочного воздуха без воздействия на сам агрегат. После смешивания средняя температура и влажность воздуха на выходе, а также тепловые характеристики могут быть измерены с теми же требованиями и точностью, что и для непрерывно работающих агрегатов рекуперации тепла.

7.4.5.2 Монтаж испытуемого агрегата

Монтаж испытуемого агрегата следует провести в соответствии со следующими положениями:

а) общие положения.

Вентиляционный агрегат с переменным режимом устанавливают между двумя камерами продувочного воздуха (внутренней камерой и наружной камерой). Принципиальная схема испытательной установки представлена на рисунке 5 (вид сверху) и рисунке 6 (вид спереди).



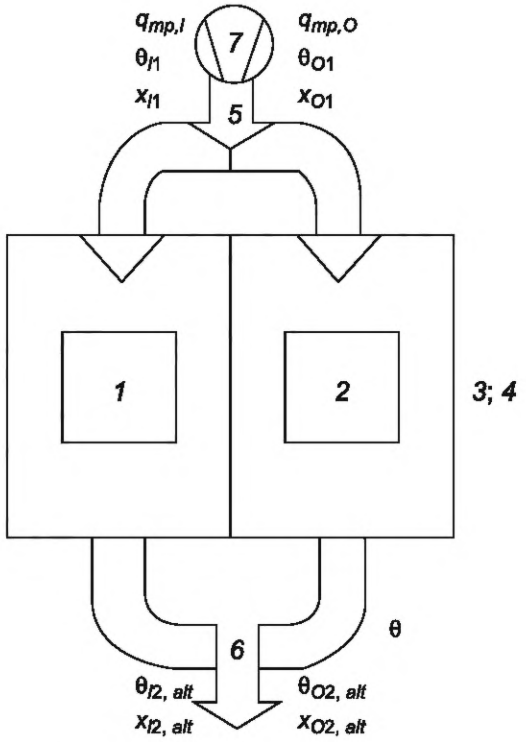
1 — устройство 1; *2* — устройство 2; *3* — внутренняя камера; *4* — наружная камера;
➡ — фаза цикла 1; ▬ ▬▶ — фаза цикла 2

Рисунок 5 — Схема испытательной установки (вид сверху)

Внутри камеры загерметизированы между двумя воздушными путями устройств 1 и 2 таким образом, чтобы предотвратить утечки.

Для предотвращения теплопередачи через стенки камер снаружи их теплоизолируют.

Во внутренней камере продувкой воздухом имитируют условия помещений, в наружной — условия внешней среды.



1 — устройство 1; *2* — устройство 2; *3* — внутренняя камера; *4* — наружная камера; *5* — распределитель воздуха; *6* — воздухосборник; *7* — вентилятор

Рисунок 6 — Схема испытательной установки (вид спереди)

Две части каждой камеры продуваются воздухом, поступающим и выходящим через один воздушный патрубок. Разделение потока воздуха внутри камер происходит с помощью воздухораспределителя. Необходимость в регулировании распределением воздуха отсутствует, если воздухораспределитель и коллектор, а также воздушные камеры выполнены симметрично.

В симметричной испытательной установке необходимо обеспечить, чтобы разница давлений между внутренней и наружной камерами не превышала 3 Па;

б) требования к объемному расходу продувочного воздуха.

Объемный расход продувочного воздуха $q_{v,\,p}$ должен быть таким, чтобы обеспечить потребности испытуемого агрегата на всасывание. Для достижения этого условия объемный расход продувочного воздуха должен быть больше, чем объемный расход воздуха агрегата. При этом следует учитывать, что количество подаваемого воздуха влияет на температуру на выходе из коллектора и высокий расход уменьшает измеренную разность температур и увеличивает погрешность. В связи с этим объемный расход продувочного воздуха должен быть в 1,2—1,5 раза больше объемного расхода воздуха устройства;

в) требования к коллектору.

Задача коллектора состоит в том, чтобы собирать воздух из воздушного тракта на выходе, а затем выравнивать температуру путем перемешивания воздуха.

Для этой цели обычно достаточно иметь два воздуховода, выполненных в виде дуги в 90° и обеспечить скорость воздуха более 0,15 м/с. Чтобы не допустить большого влияния на объемный расход воздуха между внутренней и наружной камерами, падение давления в коллекторе не должно превышать 3 Па.

Примечание — Для расхода 15—60 $м^3$/ч эти условия могут быть соблюдены, например, с коллектором DN125 и длиной 0,5 м.

Коллектор теплоизолируют с термическим сопротивлением не менее 1,0 $м^2 \cdot К/Вт$.

Средняя температура воздуха на выходе и влажность могут быть измерены с помощью тех же датчиков и требований, что и для агрегатов с непрерывным режимом работы;

г) требования к испытательным камерам.

Камеры теплоизолируют, чтобы свести к минимуму теплопередачу из окружающей среды. Термическое сопротивление корпуса камеры должно быть не менее 1,5 $м^2 \cdot К/Вт$.

Вход воздуха в камеры должен быть расположен сверху, а выход воздуха — снизу или снизу спереди.

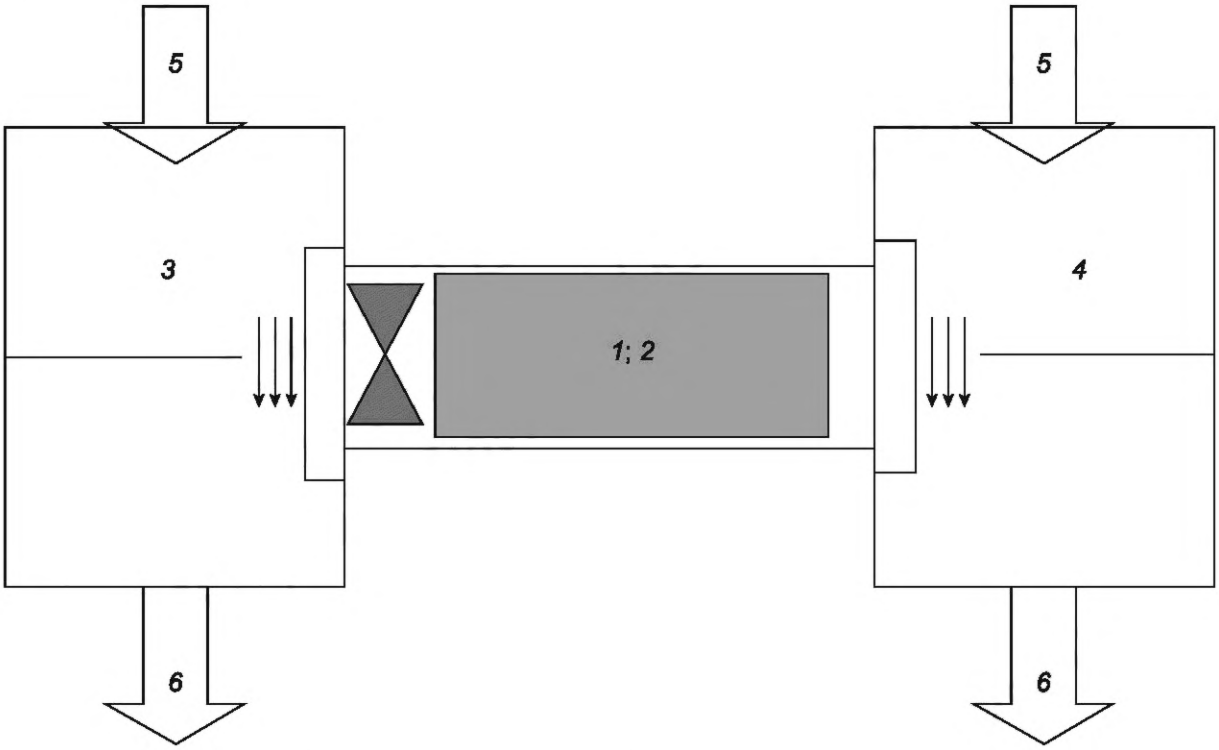
Размеры камер должны соответствовать испытуемому устройству, а также объемному расходу продувочного воздуха и не должны влиять на объемный расход воздуха испытуемых устройств. Замена воздуха в камере должна осуществляться не менее двух раз за время рабочего цикла испытуемого устройства.

Примечание — Например, для камеры размером 100 × 50 × 50 см (Ш × В × Г), которая геометрически подходит для большинства устройств в диапазоне производительности до 60 $м^3/ч$, минимальный объемный расход продувочного воздуха должен быть не ниже 15 $м^3/ч$ при продолжительности цикла 120 с;

д) требования к распределению воздуха внутри камер.

Для предотвращения рециркуляции продувочного воздуха внутри камеры продувочный воздух необходимо подавать от входа к выходу так, чтобы он проходил через воздухозаборники испытуемого устройства со скоростью не менее 0,05 м/с. Данная скорость, как правило, гарантирует, что до реверсирования воздух в воздухораспределителе обновляется.

Схема испытательной установки, показывающая циркуляцию продувочного воздуха внутри камеры, представлена на рисунке 7.



1 — устройство 1; *2* — устройство 2; *3* — внутренняя камера; *4* — наружная камера; *5* — распределитель воздуха; *6* — воздухосборник; ↓↓↓ — скорость продувочного воздуха более 0,05 м/с

Рисунок 7 — Схема испытательной установки (вид сбоку)

7.4.5.3 Измерения

Измерения проводят в соответствии со следующими положениями:

а) принципы.

Цели измерений состоят в том, чтобы получить температурные коэффициенты и коэффициенты влажности на наружной и внутренней стороне устройства. Поскольку объемный расход воздуха устройства частично перекрывается объемным расходом продувочного воздуха, измеренные условия на выходе из коллектора не равны средним условиям в испытуемом агрегате, но имеют с ними прямую связь;

б) выполнение измерений.

Для каждой точки измерения следует обеспечить, чтобы массовый расход продувочного воздуха $q_{mp,\,l} = q_{mp,\,O} = q_{mp}$ составлял 1,2—1,5 массового расхода воздуха агрегата $q_{m\ \max,\,vent}$. Параметры продувочного воздуха регулируют в соответствии с требуемыми параметрами условий на внутренней стороне и $\theta_{l1} = \theta_{11}$; $\theta_{wl1} = \theta_{w11}$ и наружной стороне $\theta_{O1} = \theta_{21}$; $\theta_{w21} = \theta_{wO2}$, как установлено в таблице 5. Состояние продувочного воздуха измеряют на входе воздухораспределителя.

Пока устройство работает в переменном режиме, средние условия на выходе $\theta_{12,\,AM}$; $x_{12,\,AM}$, и $\theta_{O2,\,alt}$; $x_{O2,\,alt}$ измеряют на коллекторе после стабилизации работы (1 ч) в течение не менее 15 мин.

Примечание — θ_{l1} — температура продувочного воздуха на внутренней стороне; θ_{O1} — температура продувочного воздуха на наружной стороне; θ_{w11} — температура по влажному термометру внутри помещения; θ_{wO2} — температура по влажному термометру на наружной стороне; $q_{mp,\,O}$ — массовый расход продувочного воздуха на наружной стороне; $q_{mp,\,l}$ — массовый расход продувочного воздуха на внутренней стороне;

в) оценка.

Для расчета температурных коэффициентов и коэффициентов влажности измеренные условия на выходе при рекуперации тепла следует привести в соответствие с условиями на выходе из испытательных камер без рекуперации $\theta_{l2,\,v}$; $x_{l2,\,v}$ и $\theta_{O2,\,v}$; $x_{O2,\,v}$.

Условия на выходе без рекуперации тепла в стационарном режиме рассчитывают по формулам:

$$\theta_{l2,\,stat} = \theta_{l1} - \frac{q_{m,\,su,\,alt}}{q_{mp}} \cdot (\theta_{l1} - \theta_{O1}); \tag{32}$$

$$x_{l2,\,stat} = x_{l1} - \frac{q_{m,\,su,\,alt}}{q_{mp}} \cdot (x_{l1} - x_{O1}); \tag{33}$$

$$\theta_{O2,\,stat} = \theta_{O1} + \frac{q_{m,\,ex,\,alt}}{q_{mp}} \cdot (\theta_{l1} - \theta_{O2}); \tag{34}$$

$$x_{O2,\,stat} = x_{O1} + \frac{q_{m,\,ex,\,alt}}{q_{mp}} \cdot (x_{l1} - x_{O1}). \tag{35}$$

Температурный коэффициент и коэффициент влажности на стороне приточного воздуха рассчитывают по формулам:

$$\eta_{\theta,\,su} = \frac{\theta_{l2,\,alt} - \theta_{l2,\,stat}}{\theta_{l1} - \theta_{l2,\,stat}}; \tag{36}$$

$$\eta_{x,\,su} = \frac{x_{l2,\,alt} - x_{l2,\,stat}}{x_{l1} - x_{l2,\,stat}}. \tag{37}$$

Если $q_{v,\,ex,\,alt}$ больше, чем $q_{v,\,su,\,alt}$, коэффициенты на стороне приточного воздуха корректируют по формулам:

$$\eta_{\theta,\,su} = \frac{\theta_{l2,\,alt} - \theta_{l2,\,stat}}{\theta_{l1} - \theta_{l2,\,stat}} \cdot \frac{q_{m,\,su,\,alt}}{q_{m,\,ex,\,alt}}; \tag{38}$$

$$\eta_{x,\,su} = \frac{x_{l2,\,alt} - x_{l2,\,stat}}{x_{l1} - x_{l2,\,alt}} \cdot \frac{q_{m,\,su,\,alt}}{q_{m,\,ex,\,alt}}. \tag{39}$$

Температурный коэффициент и коэффициент влажности на стороне удаляемого воздуха рассчитывают по формулам:

$$\eta_{\theta,\,ex} = \frac{\theta_{O2,\,alt} - \theta_{O2,\,stat}}{\theta_{O1} - \theta_{O2,\,stat}}; \tag{40}$$

$$\eta_{x,\,ex} = \frac{x_{O2,\,alt} - x_{O2,\,stat}}{x_{O1} - x_{O2,\,stat}}. \tag{41}$$

Если выполняется условие $q_{v,\,su,\,alt} > q_{v,\,ex,\,alt}$, коэффициенты на стороне удаляемого воздуха корректируют по формулам:

$$\eta_{\theta,\,ex} = \frac{\theta_{O2,\,alt} - \theta_{O2,\,stat}}{\theta_{O1} - \theta_{O2,\,stat}} \cdot \frac{q_{m,\,ex,\,alt}}{q_{m,\,su,\,alt}}; \tag{42}$$

$$\eta_{x,\,ex} = \frac{x_{O2,\,alt} - x_{O2,\,stat}}{x_{O1} - x_{O2,\,stat}} \cdot \frac{q_{m,\,ex,\,alt}}{q_{m,\,su,\,alt}}, \tag{43}$$

где $\theta_{l2,\,stat}$ — температура продувочного воздуха на внутренней стороне на выходе из помещения в режиме вентиляции;

$x_{l2,\,stat}$ — удельная влажность на внутренней стороне на выходе из помещения в режиме вентиляции;

$\theta_{O2,\,stat}$ — температура продувочного воздуха на выходе на наружную сторону в режиме вентиляции;

$x_{O2,\,stat}$ — удельная влажность на выходе на наружную сторону в режиме вентиляции.

8 Классификация

8.1 Классификация утечек

В таблице 9 определены три класса утечек по отношению к базовому объемному расходу воздуха в зависимости от четырех следующих соотношений: внутренняя утечка, наружное смешивание, внутреннее смешивание и внешняя утечка.

Таблица 9 — Классы утечек

Класс	Внутренняя утечка				Наружное смешивание, %		Внутреннее смешивание, %		Внешняя утечка	
	при 20 Па, %	при 100 Па, %	R_s, %						при 50 Па, %	при 250 Па, %
U1	≤3	≤8,5	≤2 %	и	≤2	и	≤2	и	≤3	≤8,5
U2	≤7	≤21,5	≤5 %	и	≤5	и	≤5	и	≤7	≤21,5
U3	≤14	≤43	≤10 %	и	≤10	и	≤10	и	≤14	≤43
Без класса	>14	>43	>10 %	или	>10	или	>10	или	>14	>43

Из-за неопределенности измерений испытания на расход воздуха давление и построение графика тепловых характеристик не проводят, если агрегат не классифицирован.

8.2 Классификация чувствительности расхода

Чувствительность расхода v определяют для вентиляционных агрегатов без воздуховодов на основе измерений объемного расхода воздуха в соответствии с 7.2.4 по формуле

$$v = \frac{\max|dq_{v,\,over};\ dq_{v,\,under}|}{q_{v,\,max,\,su,\,vent}}. \qquad (44)$$

Испытание вентиляционных агрегатов с переменным режимом проводят в режиме вентиляции.

Данный параметр допускается использовать для качественной оценки способности вентиляционных агрегатов осуществлять воздухообмен внутри здания при колебаниях давления между внутренним и наружным воздухом, например, из-за ветра.

Классификация чувствительности расхода приведена в таблице 10.

Таблица 10 — Классификация чувствительности расхода к перепаду давления

Класс	Максимальное отклонение расхода приточного воздуха по сравнению с максимальным расходом воздуха, %	
	при +20 Па	при –20 Па
S1	≤10	≤10
S2	≤20	≤20
S3	≤30	≤30
Без класса	>30	>30

8.3 Внутренняя/наружная герметичность комплектного агрегата

Для некоторых изделий в нормальных условиях эксплуатации возможно отключение вентиляторов. Если агрегат оборудован ручным или автоматическим жалюзи, измерение герметичности проводят в закрытом положении жалюзи. В соответствии с классом герметичности утечка не должна превышать значений, установленных в таблице 11.

Таблица 11 — Классификация внутренней/внешней герметичности комплектного агрегата

Класс	Максимальная утечка, $м^3/ч$	
	при +20 Па	при –20 Па
D1	≤7	≤7
D2	≤10	≤10
D3	≤15	≤15
Без класса	>15	>15

9 Эксплуатационные испытания акустических характеристик

9.1 Общие положения

Агрегат устанавливают в соответствии с инструкциями изготовителя; если в испытание включены дополнительные компоненты (например, глушители, дополнительные соединительные воздуховоды), их следует указать и описать в протоколе испытаний.

Измерение общей звуковой мощности вентиляционных агрегатов с переменным режимом, выполненных в виде двух отдельных устройств, проводят совместно в режиме вентиляции с минимальными расстояниями между входными и выходными отверстиями.

9.2 Излучаемая звуковая мощность в помещении или на открытом воздухе

9.2.1 Общие положения

Акустические измерения проводят не менее чем в трех рабочих точках, в которых определены аэродинамические характеристики вентилятора, включая минимальный, базовый и максимальный объемный расходы воздуха.

Измерение излучаемой звуковой мощности выполняют одним из методов, установленных в ГОСТ 31353.2, ГОСТ 31353.3, ГОСТ 31353.4.

Примечание — Следует обратить внимание на точность измерений, проводимых в случае применения методов свободного звукового поля или звуковой интенсиметрии.

Используемые в лабораториях устройства управления воздушным потоком не должны мешать проведению акустических измерений.

9.2.2 Реверберационный метод

Агрегат устанавливают на расстоянии не менее 1 м от любого примыкания стен или углов помещения, если только он специально не предназначен для установки в такого рода местах. Данную информацию необходимо указывать в инструкциях изготовителя, также ее следует отразить и описать в протоколе испытаний.

Зазоры между испытуемым блоком и стеной испытательного помещения следует загерметизировать.

Пример монтажа агрегата для реверберационного метода приведен на рисунке 8.



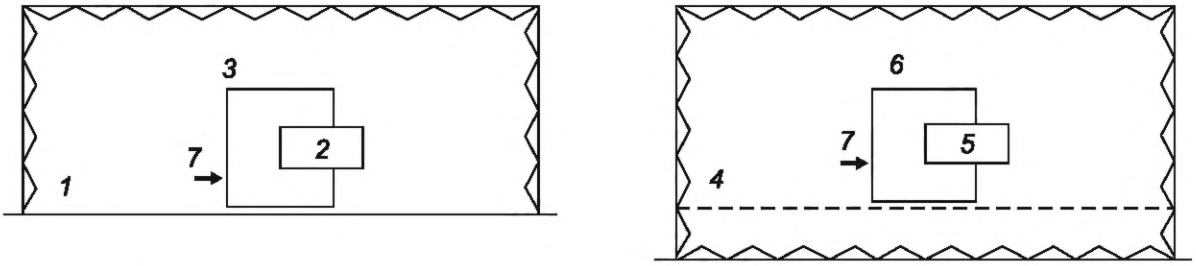
1 — реверберационное помещение; *2* — испытуемый агрегат

Рисунок 8 — Реверберационный метод: испытательное помещение (поперечное сечение)

9.2.3 Испытания в заглушенных и полузаглушенных камерах

Агрегат помещают в звукоизолирующий и поглощающий кожух, чтобы исключить влияние внутренней или наружной воздушной стороны испытуемого агрегата, по отношению к которой не проводят измерения. Зазоры между испытуемым агрегатом и кожухом герметизируют.

Пример монтажа испытуемого агрегата при применении заглушенных и полузаглушенных камер приведен на рисунке 9.



а) Полузаглушенная камера

б) Заглушенная камера

1 — полузаглушенная камера; *2* — испытуемый агрегат; *3* — звукопоглощающий и звукоизоляционный кожух; *4* — заглушенная камера; *5* — испытуемый агрегат; *6* — звукопоглощающий и звукоизоляционный кожух; *7* — входящий воздух

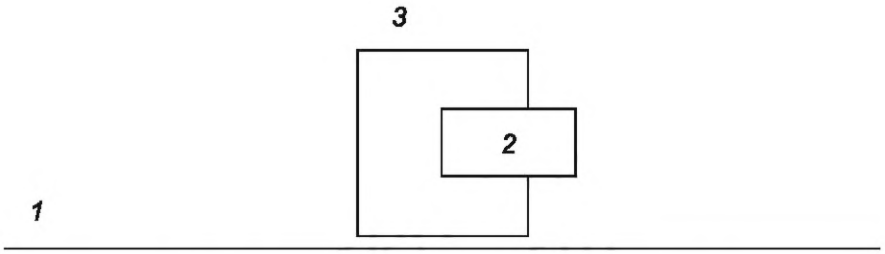
Рисунок 9 — Схема монтажа испытуемого агрегата в заглушенных и полузаглушенных камерах (поперечное сечение)

9.2.4 Метод свободного звукового поля

Примечание — Излучаемая звуковая мощность может быть чрезвычайно низкой, а условия для проведения испытаний методом свободного звукового поля могут быть недостаточными и почти не выполняться (измеренные значения могут быть близки к фоновому шуму).

Агрегат устанавливают над отражающей плоскостью на плоской открытой площадке или в большом помещении и располагают в звукоизолирующем и поглощающем кожухе, чтобы исключить влияние внутренней или наружной воздушной стороны агрегата, по отношению к которой не проводят измерения. Зазоры между испытуемым агрегатом и кожухом герметизируют.

Пример монтажа испытуемого агрегата для применения метода свободного звукового поля над отражающей плоскостью приведен на рисунке 10.



1 — отражающая плоскость; *2* — испытуемый агрегат; *3* — звукопоглощающий и звукоизоляционный короб

Рисунок 10 — Монтаж испытуемого агрегата для применения метода свободного звукового поля над отражающей плоскостью (поперечное сечение)

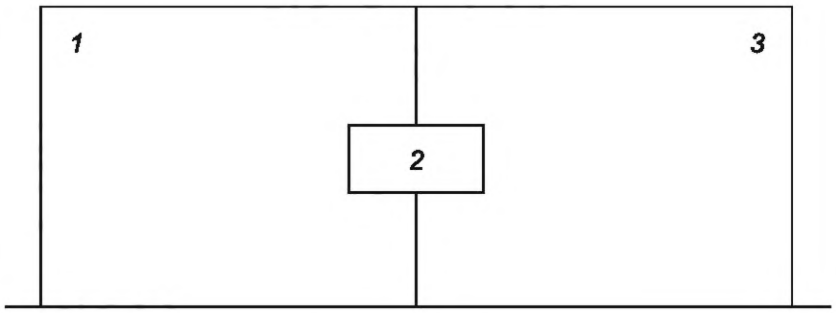
9.3 Звукоизоляция

Акустические измерения следует выполнять в соответствии с техническими методами, установленными в ГОСТ Р ИСО 10140-1, ГОСТ Р ИСО 10140-2, ГОСТ Р ИСО 10140-4 и ГОСТ Р ИСО 10140-5.

Агрегат устанавливают в соответствии с инструкциями изготовителя; если в испытание включены дополнительные компоненты (например, глушители, дополнительные соединительные каналы), их указывают и описывают в протоколе испытаний. Агрегат устанавливают на расстоянии не менее 1 м от любого примыкания стен или углов помещения, если только он специально не предназначен для установки в такого рода местах. Данную информацию необходимо указать в инструкциях изготовителя, а также отразить и описать в протоколе испытаний. Зазоры между испытуемым блоком и стеной испытательного помещения герметизируют.

Вентиляторы должны быть выключены, а жалюзи, если они есть, открыты, как и при нормальных условиях работы агрегата.

Пример испытательной камеры приведен на рисунке 11.



1 — передающая комната; *2* — испытуемый агрегат; *3* — приемная камера

Рисунок 11 — Схема спаренной испытательной камеры (поперечное сечение)

10 Результаты испытаний

10.1 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен соответствовать ГОСТ ISO/IEC 17025—2019 (пункт 7.8.2 и подпункт 7.8.3.1, в которых изложено общее содержание протокола испытаний).

Примечание — Данное требование относится к общему содержанию протокола испытаний, например, названию лаборатории, идентификации используемого метода, возможным дополнениям или отклонениям от метода, дате выпуска протокола и результатам испытаний.

10.2 Технические характеристики изделия

Спецификацию оборудования представляют следующим образом:
- заявленный максимальный объемный расход воздуха $q_{v\,max,\,d}$;
- базовый объемный расход воздуха: $q_{v\,ref}$;
- заявленный минимальный объемный расход воздуха: $q_{v\,min,\,d}$;
- класс фильтра в соответствии с ГОСТ Р 70064.1, ГОСТ Р 70064.2, ГОСТ Р 70064.3, ГОСТ Р 70064.4.

10.3 Дополнительная информация, касающаяся характеристик изделия

Следует указать, какие методы были применены:
- для контроля конденсации в критические сезоны (это может быть зимнее время в северном климате и летнее время в южных областях с влажным климатом);
- недопущения обмерзания агрегата.

Примечание — Например, возможно также указать время несбалансированных условий, когда один вентилятор выключен.

10.4 Утечки

Утечки оборудования, определенные в соответствии с 7.2.1, представляют следующим образом:
а) для агрегатов с теплообменниками категории HRC1:
1) внешняя утечка q_{ve},
2) внешняя утечка/базовый расход $q_{ve}/q_{v\,ref}$,
3) внутренняя утечка q_{vi},
4) внутренняя утечка/базовый расход $q_{vi}/q_{v\,ref}$,
5) внутренняя/наружная герметичность q_{vio},
6) смешивание внутри помещения R_{mi},
7) наружное смешивание R_{me},
8) класс утечки;
б) для агрегатов с теплообменниками категории HRC3:
1) внешняя утечка q_{ve},
2) внешняя утечка/базовый расход $q_{ve}/q_{v\,ref}$,
3) коэффициент возврата удаляемого воздуха R_s,
4) внутренняя/наружная герметичность q_{vio},
5) смешивание внутри помещения R_{mi},
6) наружное смешивание R_{me},
7) класс утечки;
в) для агрегатов с теплообменниками категории HRC3b:
1) внешняя утечка q_{ve},
2) внешняя утечка/базовый расход $q_{ve}/q_{v\,ref}$,
3) коэффициент возврата удаляемого воздуха R_s,
4) внутренняя/наружная герметичность q_{vio},
5) смешивание внутри помещения R_{mi},
6) наружное смешивание R_{me},
7) минимальное расстояние между входами и выходами для вентиляционных агрегатов с переменным режимом для двух отдельных блоков.

10.5 Байпасная утечка на фильтре

Результаты визуального осмотра байпасной утечки на фильтре оформляют следующим образом:
- оценка сборки фильтров и прилегания фильтров и рам к корпусу агрегата;
- оценка воздействия влажности на фильтры.

10.6 Расход

Характеристики расхода/давления воздуха, определенные в соответствии с 7.2.4 и 7.4.3, оформляют следующим образом:

а) для агрегатов с теплообменниками категорий HRC1 и HRC3a:

1) максимальный объемный расход воздуха $q_{v\,max}$,

2) базовый объемный расход воздуха: $q_{v\,ref}$,

3) чувствительность расхода v,

а также для каждого напряжения и для каждой настройки:

4) объемный расход приточного воздуха q_{vs};

5) объемный расход удаляемого воздуха q_{ve};

б) для агрегатов с теплообменниками категории HRC3b:

1) максимальный объемный расход воздуха $q_{v\,max}$,

2) базовый объемный расход воздуха: $q_{v\,ref}$,

3) чувствительность расхода: v,

а также для каждого напряжения и для каждой настройки:

4) объемный расход приточного воздуха в режиме вентиляции $q_{v,\,su,\,vent}$,

5) объемный расход приточного воздуха в переменном режиме $q_{v,\,su,\,alt}$,

6) объемный расход вытяжного воздуха в режиме вентиляции $q_{v,\,ex,\,vent}$,

7) объемный расход вытяжного воздуха в переменном режиме $q_{v,\,ex,\,alt}$,

8) объемный расход воздуха q_v.

10.7 Эффективная потребляемая мощность

Данные об эффективной потребляемой мощности оформляют следующим образом:

- перечень основных электрических компонентов агрегата;
- общая потребляемая электрическая мощность P_E в активном режиме в каждой точке по 7.2.5 (для агрегатов с теплообменниками HRC1 и HRC3a);
- общая потребляемая электрическая мощность P_{el} и $P_{el,\,vent}$ в активном режиме в каждой точке по 7.4.4 (для агрегатов с теплообменниками HRC3b);
- удельная эффективная потребляемая мощность P_E/q_{vs} для каждой точки (включая базовую точку);
- потребляемая мощность в режиме ожидания по 7.2.5;
- потребляемая мощность в рабочем режиме по 7.2.5.

10.8 Коэффициенты температуры и влажности

Данные о коэффициентах температуры и влажности оформляют следующим образом.

а) следует указать температурные коэффициенты в соответствии с 7.3 и 7.4.5, включая следующие значения:

1) температуры θ_{11}, θ_{22}, θ_{12}, θ_{21},

2) удельная влажность x_{11}, x_{22}, x_{12}, x_{21},

3) массовый расход q_{m11}, q_{m22}, q_{m12}, q_{m21},

4) температурный коэффициент для приточного воздуха без конденсации;

б) следует зарегистрировать коэффициенты влажности в соответствии с 7.3.5, 7.3.6 и 7.4.5;

в) при проведении измерений указывают следующую дополнительную информацию:

1) температурный коэффициент для удаляемого воздуха без конденсации,

2) температурный коэффициент приточного воздуха с конденсацией,

3) температурный коэффициент для удаляемого воздуха с конденсацией;

г) при проведении испытаний для холодного климата указывают следующую дополнительную информацию:

1) температурный коэффициент приточного воздуха (необязательно),

2) температурный коэффициент удаляемого воздуха (необязательно),

3) результаты наблюдений за влиянием обмерзания и конденсации на работу рекуператора агрегата и отводом конденсата.

Температурные коэффициенты следует указывать вместе с классом утечки агрегата (см. 7.3 или 7.4.2).

Для каждой рабочей точки регистрируют всю существенную информацию (например, расход воздуха, давления, значения влажности, температуры и т. д.).

10.9 Акустические характеристики

Следует указать данные об испытательной установке и условиях испытаний.

При оформлении результатов акустических измерений, проведенных в соответствии с 9.2, необходимо указать следующую информацию применительно к внутренней и наружной воздушным сторонам испытуемого агрегата:

- метод испытаний и описание испытательной установки;
- уровни звуковой мощности по шкале А (для внутренней и наружной воздушных сторон), L_{WA};
- уровни звуковой мощности (для внутренней и наружной воздушных сторон), L_W в третьоктавных полосах между 125 и 10000 Гц или в октавных полосах между 125 и 8000 Гц;
- примененный объемный расход воздуха в условиях акустических испытаний: базовый, минимальный, максимальный.

Для звукоизоляции в соответствии с 9.3 в протокол испытаний включают следующую информацию:

- метод испытаний и описание испытательной установки;
- индекс приведенной разности уровней звукового давления элемента $D_{n,\,e,\,w}$, дБ, рассчитанный в соответствии с ГОСТ Р 56769;
- индекс приведенной разности уровней звукового давления элемента $D_{n,\,e}$, дБ, — в полосах третьей октавы между 125 и 10 000 Гц.

Приложение А
(обязательное)

Метод испытания на утечку давлением

А.1 Общие положения

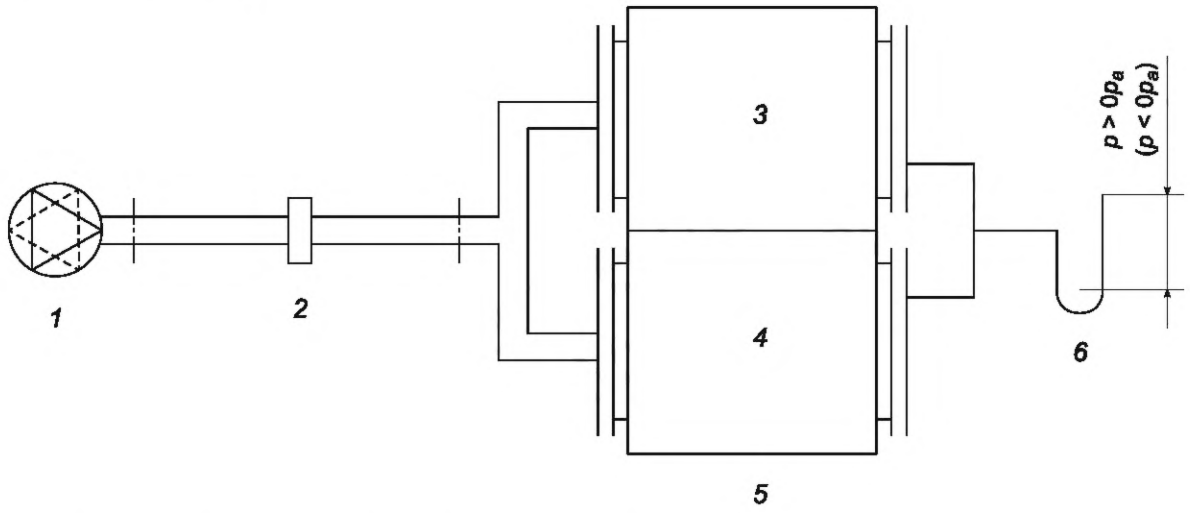
Все части, которые не находятся под давлением или находятся под небольшим давлением, допускается демонтировать. Если агрегат снабжен двумя патрубками, один из них следует заглушить.

А.2 Испытание на внешнюю утечку

Испытание на внешнюю утечку проводят путем подключения вентилятора как к стороне подачи приточного воздуха, так и к стороне выхода удаляемого воздуха рекуперационных агрегатов в соответствии с рисунком А.1.

Статическое давление корпуса принимают за среднее значение. Таким образом, отводы статического давления располагаются на заглушке с каждой стороны, к которым подключают прибор для измерения давления. Внешнюю утечку при избыточном давлении в корпусе и при пониженном давлении определяют с помощью соответствующего оборудования для измерения расхода воздуха.

Точность измеренных значений следует поддерживать в пределах ±5 % для расхода, а также ±3 % для статического давления в корпусе.



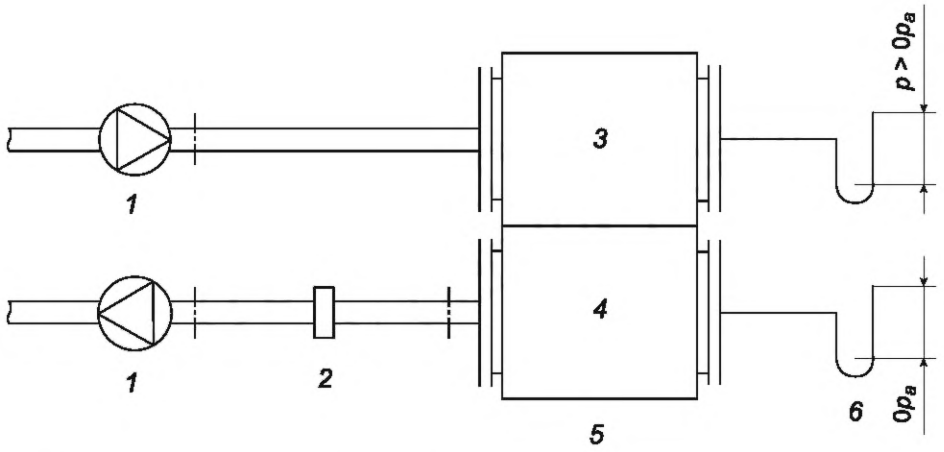
1 — вентилятор с регулируемой скоростью вращения; *2* — оборудование для измерения расхода воздуха; *3* — сторона удаляемого воздуха; *4* — сторона приточного воздуха; *5* — устройство рекуперации тепла; *6* — оборудование для измерения статического давления

Рисунок А.1 — Схема установки для испытания на внешнюю утечку

А.3 Испытание на внутреннюю утечку

Испытание на внутреннюю утечку проводят путем подключения одного приточного вентилятора к стороне удаляемого воздуха и одного вытяжного вентилятора к стороне приточного воздуха рекуператора в соответствии с рисунком А.2. Избыточное давление на стороне удаляемого воздуха определяют с помощью отвода статического давления в заглушке и давления в 0 Па на соответствующем отводе на стороне приточного воздуха. Расход воздуха при измерениях внутренней утечки определяют с помощью оборудования для измерения расхода воздуха, подключенного к стороне приточного воздуха.

Погрешность измеренных значений не должна превышать ±5 % для расхода и ±3 % для перепада статического давления между двумя сторонами рекуперационного устройства.



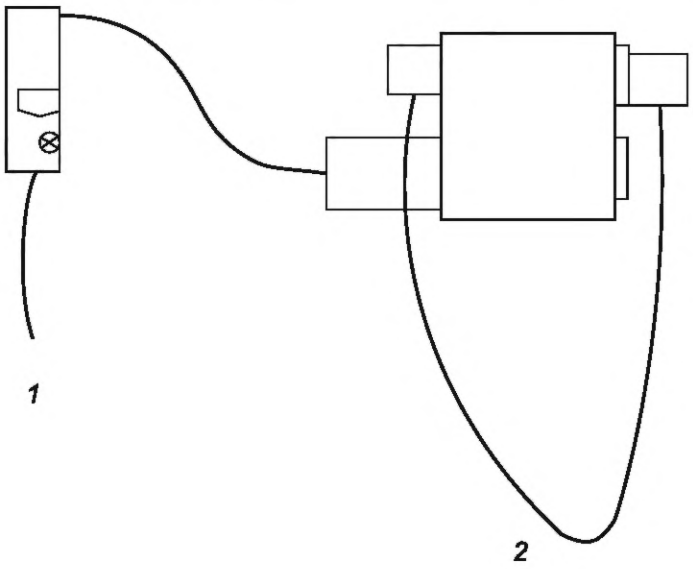
1 — вентилятор с регулируемой скоростью; *2* — устройство измерения расхода воздуха; *3* — сторона удаляемого воздуха; *4* — сторона приточного воздуха; *5* — устройство рекуперации тепла; *6* — оборудование для измерения статического давления

Рисунок А.2 — Схема установки для испытания на внутреннюю утечку

Приложение Б
(обязательное)

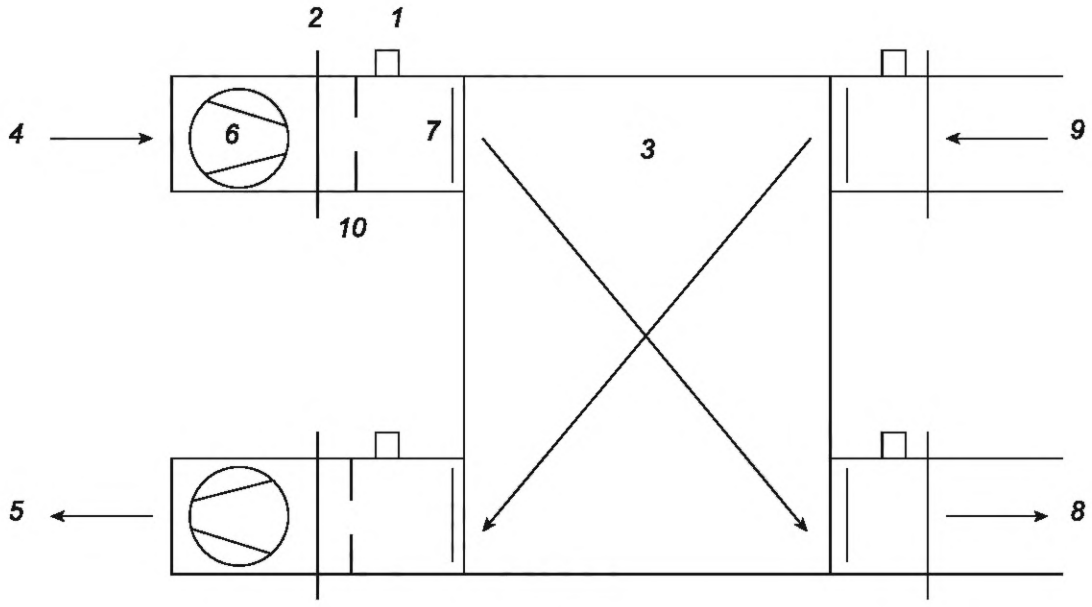
Испытательные схемы

Испытательные схемы, которые следует применять для определения внутренней утечки с использованием метода индикаторного газа, расхода и температурных коэффициентов, приведены на рисунках Б.1, Б.2 и Б.3.



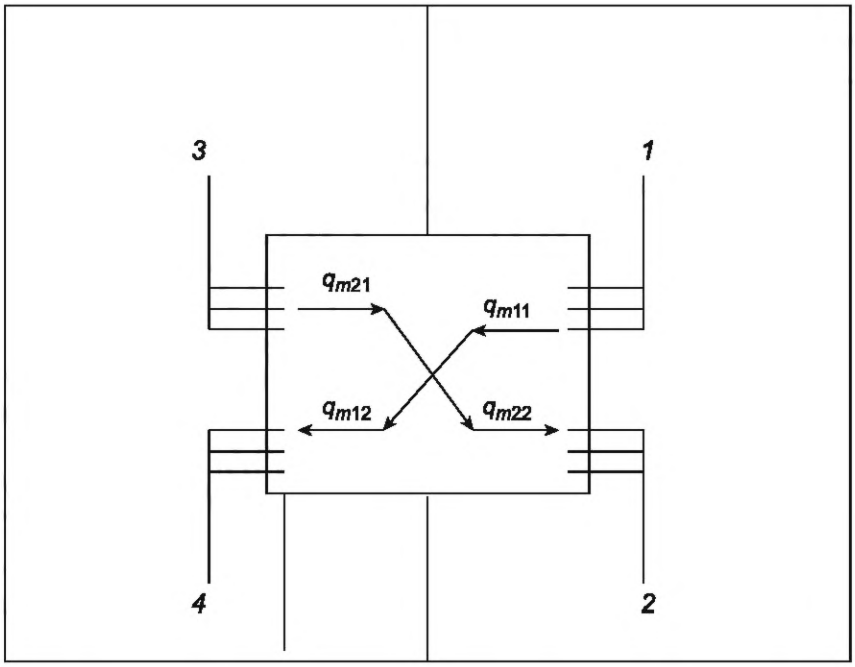
1 — вход индикаторного газа — вытяжной воздух (11); *2* — измерения концентрации индикаторных газов — приточный воздух (22) и удаляемый воздух (12);

Рисунок Б.1 — Схема измерения внутренней утечки методом индикаторного газа



1 — измерение давления $v \leq 1$ м$^3 \cdot$ с$^{-1}$; *2* — измерение температуры и влажности; *3* — испытуемый агрегат; *4* — вытяжной воздух; *5* — приточный воздух; *6* — вспомогательный вентилятор; *7* — место подключения агрегата (например, решетка); *8* — удаляемый воздух; *9* — наружный воздух; *10* — измерение объемного расхода воздуха

Рисунок Б.2 — Схема испытательной установки для измерения объемного расхода воздуха



1 — вытяжной воздух; *2* — приточный воздух; *3* — наружный воздух; *4* — удаляемый воздух

Рисунок Б.3 — Схема измерения температуры

Приложение В
(обязательное)

Смешивание внутри помещения

В.1 Общие положения

Смешивание внутри помещения представляет собой риск перетекания между приточным и удаляемым воздухом и, следовательно, напрямую связано с эффективностью системы вентиляции. Для определения смешивания внутри помещения необходимы два испытания.

В.2 Определение смешивания внутри помещения. Первое испытание

Коэффициент подачи приточного воздуха измеряют с помощью индикаторного газа при 0 Па и при максимальной настройке вентиляторов в соответствии с рисунком 1 в). Индикаторный газ вводят в воздуховод наружного входа как можно ближе к решетке; если это невозможно, к решетке прикрепляют короткий отрезок воздуховода (не более 150 мм) того же сечения, что и решетка, и вводят индикаторный газ через него.

Концентрацию индикаторного газа измеряют на плоскости наружных решеток. Если это невозможно, используют короткие отрезки воздуховода того же поперечного сечения, что и решетка, и производят измерения внутри таких воздуховодов.

Для измерения коэффициента подачи приточного воздуха между внутренними решетками устанавливают отражающую перегородку, которую герметизируют в месте примыкания для предотвращения попадания удаляемого воздуха обратно во впускное отверстие. Отражающую перегородку прикрепляют к внешней стороне, и ее длина должна составлять не менее 300 мм во всех направлениях. Индикаторный газ вводят в наружный впускной канал, а его концентрацию измеряют как в вытяжном, так и в приточном отверстиях. Коэффициент подачи приточного воздуха является отношением двух концентраций, и его рассчитывают по формуле

$$R_e = \left(\frac{C_{12} - C_{21}}{C_{22} - C_{21}}\right)_{в)} \cdot 100\ \%. \qquad (В.1)$$

Примечание — В формуле (В.1) подстрочный индекс «в» относится к части в) рисунка 1.

В.3 Определение смешивания внутри помещения. Второе испытание

При втором испытании определяют значения коэффициента подачи приточного воздуха, так и смешивания внутри помещения, когда отражающая перегородка удалена в соответствии с рисунком 1 г).

Измерения проводят как на внутренних, так и на наружных решетках, для последующих расчетов применяют наибольшее полученное процентное значение.

В.4 Расчет смешивания в помещении

Таким образом, смешивание внутри помещения R_{mi} рассчитывают как разницу между процентными значениями, полученными после проведения двух испытаний, и внутренней утечкой по формуле

$$R_{mi} = \left[\left(\frac{C_{12} - C_{21}}{C_{22} - C_{21}}\right)_{г)} - \left(\frac{C_{12} - C_{21}}{C_{22} - C_{21}}\right)_{в)}\right] \cdot 100\ \%. \qquad (В.2)$$

Примечания

1 Продолжительность испытания ограничена таким образом, чтобы свести к минимуму любое влияние загрязнения/насыщения помещения испытательным газом.

2 В формуле (В.2) подстрочные индексы «в» и «г» относятся к соответствующим частям в) и г) рисунка 1.

УДК 66.065.54:006.354 ОКС 91.140.30

Ключевые слова: вентиляционная установка, вентиляционный агрегат, испытания, утечка, рекуперация

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 13.09.2024. Подписано в печать 23.09.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,95.

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

gost.e-ecolog.ru