МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33463.1— 2025

СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

Часть 1

Методы испытаний по определению параметров микроклимата и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ВНИИЖГ)» (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 524 «Железнодорожный транспорт»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 августа 2025 г. № 188-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 сентября 2025 г. № 1069-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33463.1—2025 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2027 г. с правом досрочного применения

5 ВЗАМЕН ГОСТ 33463.1—2015

6 Настоящий стандарт может быть применен на добровольной основе для оценки соответствия требованиям технических регламентов: ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава», ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» в части требований к системе обеспечения микроклимата

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

В Российской Федерации 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 Методы испытаний по определению параметров микроклимата 3
4.1 Общие положения 3
4.2 Образец для испытаний 4
4.3 Условия проведения испытаний по определению параметров микроклимата в теплый период года 4
4.4 Условия проведения испытаний по определению параметров микроклимата в холодный период года 6
4.5 Требования к средствам измерений, испытательному оборудованию 7
4.6 Порядок проведения испытаний 8
4.7 Обработка результатов испытаний 9
5 Методы испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата 14
5.1 Общие положения 14
5.2 Условия проведения испытаний по определению перепада между температурой воздуха в помещении и максимальной температурой наружного воздуха (для оценки эффективности системы охлаждения) 14
5.3 Условия проведения испытаний по определению перепада между температурой воздуха в помещении и минимальной температурой наружного воздуха (для оценки эффективности системы подогрева) 15
5.4 Порядок проведения испытаний 16
5.5 Обработка результатов испытаний 16
6 Метод испытаний по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемого в помещение» 19
6.1 Общие положения 19
6.2 Условия проведения испытаний 19
6.3 Порядок проведения испытаний 19
6.4 Обработка результатов 20
7 Метод испытаний по определению показателя «подпор (избыточное давление) воздуха в помещениях» 20
7.1 Общие положения 20
7.2 Средства измерений 21
7.3 Порядок проведения испытаний 21
7.4 Обработка результатов испытаний 21
8 Методы испытаний по определению показателей работы оборудования системы кондиционирования воздуха в режимах дежурного обогрева и дежурного охлаждения 21
8.1 Общие положения 21
8.2 Условия проведения испытаний 22
8.3 Порядок проведения испытаний 22
8.4 Обработка результатов испытаний 22
9 Методы испытаний по определению показателей работы оборудования системы кондиционирования воздуха в режиме предварительного обогрева и предварительного охлаждения 23
9.1 Общие положения 23
9.2 Условия проведения испытаний 23
9.3 Порядок проведения испытаний 23
9.4 Обработка результатов испытаний 24
10 Оформление результатов испытаний 25
11 Требования безопасности при проведении испытаний 25
Приложение А (обязательное) Определение тепловой нагрузки, имитирующей тепловыделение людей, находящихся в помещении подвижного состава 26

Приложение Б (рекомендуемое) Размещение точек измерения параметров микроклимата 28
Приложение В (рекомендуемое) Форма записи результатов измерений в испытаниях по определению параметров микроклимата и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата 38
Приложение Г (рекомендуемое) Метод оценки комфортности теплового режима в пассажирских помещениях железнодорожного подвижного состава 49
Приложение Д (обязательное) Метод определения коэффициента эффективности работы системы охлаждения для оценки температуры воздуха в помещении, обеспечиваемой системой охлаждения при максимальной температуре наружного воздуха для теплого периода года 51
Приложение Е (рекомендуемое) Проведение испытаний по определению эффективности системы отопления (охлаждения) в тепловой (холодильной) камере 52
Приложение Ж (обязательное) Корректирующий расчет по определению показателей эффективности системы отопления при минимальной температуре наружного воздуха в холодный период года 54
Приложение И (рекомендуемое) Размещение точек измерения при проведении испытаний по определению показателей эффективности систем обеспечения микроклимата 57
Приложение К (справочное) Определение темпа (скорости) изменения средней температуры воздуха 62
Приложение Л (обязательное) Метод испытаний по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемого в помещение» с использованием углекислого газа 63
Приложение М (обязательное) Определение мерных сечений для измерения скорости движения воздуха в воздуховодах и точек измерения скоростей в мерных сечениях 65

Введение

Настоящий стандарт относится к серии стандартов, состоящей из семи частей, устанавливающих методы испытаний по определению значений показателей, характеризующих подвижной состав с точки зрения способности системы жизнеобеспечения создать и поддерживать в его помещениях необходимые и, в первую очередь, безопасные условия для жизнедеятельности человека (условия, безопасные по параметрам микроклимата, шума, вибрации, электромагнитных излучений, по микробиологическим, санитарно-химическим и эргономическим показателям).

Настоящий стандарт устанавливает методы испытаний по определению показателей, характеризующих систему обеспечения микроклимата подвижного состава (параметров микроклимата, показателей эффективности систем подогрева и охлаждения помещений, показателей избыточного давления воздуха и количества подаваемого в помещение наружного воздуха).

Методы, приведенные в настоящем стандарте, предназначены для определения фактических значений указанных показателей с целью оценки соответствия нормативным значениям.

Перечень определяемых показателей сформирован по результатам анализа межгосударственных стандартов и национальных стандартов, содержащих требования к системе обеспечения микроклимата и нормативные значения параметров микроклимата на рабочих местах обслуживающего персонала в тепловозах, электровозах, моторвагонном подвижном составе, специальном железнодорожном подвижном составе и местах размещения пассажиров в помещениях моторвагонного подвижного состава.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

Часть 1

Методы испытаний по определению параметров микроклимата и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата

Life support systems on railway rolling stock.
Part 1. Test methods for determining the parameters of microclimate and performance indicators assurance systems of microclimate

Дата введения — 2027—03—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на локомотивы, моторвагонный подвижной состав и специальный железнодорожный подвижной состав (далее — подвижной состав) и устанавливает методы испытаний по определению параметров микроклимата, избыточного давления, количества наружного воздуха, подаваемого в помещения подвижного состава, и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата.

Настоящий стандарт может быть также применен для определения параметров микроклимата и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата в служебных и вспомогательных помещениях изотермических вагонов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 7502 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

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

ГОСТ 33661 Ограждающие конструкции помещений железнодорожного подвижного состава. Методы испытаний по определению теплотехнических показателей

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **микроклимат помещения:** Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и скоростью движения воздуха.

3.2

кондиционирование воздуха: Автоматическое поддержание в обслуживаемых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты и подвижности) с целью обеспечения заданных параметров микроклимата, как правило, оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей.

[ГОСТ 22270—2018, статья 2.59]

3.3 **перепад температуры воздуха по высоте:** Разница между температурами воздуха на высоте 1500 и 150 мм от уровня пола.

3.4 **перепад температуры воздуха по длине помещения:** Разница между температурами воздуха, измеренными в двух крайних поясах слева и справа от центра помещения на высоте 1500 мм от уровня пола.

Примечание — Помещения большого объема (более 15 м^3): кабины, пассажирские салоны, служебные и бытовые помещения в целях определения точек (мест) измерения показателей микроклимата схематично разбиваются по длине на зоны. Границы зоны лежат в плоскости поперечного сечения вагона и обозначаются как пояса.

3.5 **перепад температуры воздуха по ширине помещения:** Разница между температурами воздуха справа и слева от продольной плоскости симметрии помещения подвижного состава на высоте 1500 мм от уровня пола, измеренными в одном поперечном сечении (поясе).

3.6 **салон:** Отделенная перегородками часть вагона (или весь вагон при исполнении вагона без тамбура), с местами для размещения пассажиров или работников железнодорожного транспорта (при перевозке последних к месту проведения работ и обратно), оборудованная системами обеспечения микроклимата.

Примечание — Поскольку порядок и точки измерения в салонах моторвагонного подвижного состава (с местами для размещения пассажиров) и в салонах специального железнодорожного подвижного состава (с местами размещения работников железнодорожного транспорта при перевозке их к месту проведения работ и обратно) совпадают, далее по тексту применяется только термин «места размещения пассажиров» (или «место пассажира»). При этом понимается, что все измерения в салонах специального железнодорожного подвижного состава проводят аналогичным образом. Такое обобщение, примененное в настоящем стандарте, не имеет отношения к нормированию параметров микроклимата в соответствующих помещениях.

3.7 **система обеспечения микроклимата помещений железнодорожного подвижного состава;** СОМ: Часть системы жизнеобеспечения, представляющая собой комплекс технических средств и конструктивно-планировочных решений, обеспечивающий формирование и автоматическое поддержание параметров микроклимата в допустимых пределах.

Примечание — СОМ включает оборудование системы кондиционирования воздуха (СКВ), обеспечивающее отопление, вентиляцию и охлаждение воздуха с учетом конструктивного исполнения ограждений помещений в части теплоизоляции и герметичности.

Оборудование СКВ включает установки кондиционирования (кондиционеры) с функциями отопления, вентиляции, охлаждения, отопительное оборудование (тип отопления — электрическое, водяное, жидкостное), оборудование, обеспечивающее регулируемый воздухообмен. Установки кондиционирования (кондиционеры) с функциями отопления, отопительное оборудование (отопительные группы оборудования), включая оборудование для подогрева пола, панелей, ограждающих конструкций, составляют основу системы отопления (подогрева), а установки кондиционирования (кондиционеры) с функциями охлаждения воздуха составляют основу системы охлаждения.

3.8 **тамбур (вагона):** Часть вагона, огороженная перегородками, отделяющая вход в вагон от салона, кабины машиниста, багажного отсека или служебных помещений.

Примечание — При отсутствии тамбура зона в непосредственной близости от входной двери в салон определяется как тамбурная зона.

3.9

теплый период года: Период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше 10 °С.

[ГОСТ 12.1.005—88, пункт 10 приложения 1]

3.10

холодный период года: Период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной плюс 10 °С и ниже.

[ГОСТ 12.1.005—88, пункт 9 приложения 1]

3.11 **техническая документация на объект испытаний:** Техническое задание, технические условия, конструкторская и эксплуатационная документация, содержащая требования к конкретному типу подвижного состава (объекту испытаний).

3.12 **эффективность системы обеспечения микроклимата;** эффективность СОМ: Способность системы обеспечения микроклимата обеспечить нормируемые параметры микроклимата при максимальной и минимальной рабочих температурах наружного воздуха (для теплого и холодного периода года в регионе эксплуатации объекта испытаний в соответствии с техническим заданием или техническими условиями на подвижной состав), а также нормируемые параметры точности поддержания температуры воздуха.

4 Методы испытаний по определению параметров микроклимата

4.1 Общие положения

4.1.1 Определяемые параметры микроклимата в помещениях подвижного состава (далее — помещения), в теплый период года:

- температура воздуха на высоте 1500 мм от пола;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- температура охлажденного воздуха, подаваемого в помещение (у выходного отверстия).

4.1.2 Определяемые параметры микроклимата в помещениях в холодный период года:

- температура воздуха на высоте 1500 мм от пола;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- перепад температуры воздуха по вертикали (по высоте от 1500 до 150 мм от уровня пола);
- перепад температуры воздуха по горизонтали (по ширине и длине помещения) на высоте 1500 мм от пола;
- температура нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног персонала (пассажиров);
- температура нагреваемых поверхностей (подлокотники, панели);
- температура поверхностей ограждения помещений (пола, стенки);
- перепад между температурой ограждения (пола, стенки) и температурой воздуха в 150 мм от ограждения;
- температура поверхностей нагревательных приборов или их ограждений.

4.1.3 Параметры микроклимата в помещениях определяют при трех вариантах температурных условий эксплуатации подвижного состава, обусловливающих предельные режимы работы систем кондиционирования:

а) при максимальной рабочей температуре наружного воздуха для теплого периода года, определяемой в соответствии с климатическим исполнением по ГОСТ 15150, установленным техническим заданием (ТЗ) или техническими условиями (ТУ) (далее — максимальная температура наружного воздуха) — режим, предназначенный для охлаждения воздуха в помещении при наружной температуре выше 20 °С;

б) при минимальной рабочей температуре наружного воздуха для холодного периода года, определяемой в соответствии с климатическим исполнением по ГОСТ 15150, установленным ТЗ или ТУ (далее — минимальная температура наружного воздуха) — режим, предназначенный для обогрева воздуха в помещении при наружной температуре ниже 10 °С;

в) при температуре наружного воздуха (15 ± 5) °С — режим, при котором происходит переход от охлаждения воздуха в помещении к обогреву или от обогрева к охлаждению.

4.2 Образец для испытаний

Испытаниям подлежит один образец подвижного состава.

4.3 Условия проведения испытаний по определению параметров микроклимата в теплый период года

4.3.1 Испытания по определению параметров микроклимата в теплый период года проводят при температуре наружного воздуха согласно перечислению а) 4.1.3 и перечислению в) 4.1.3.

4.3.2 При невозможности обеспечить максимальную температуру наружного воздуха согласно перечислению а) 4.1.3 испытания проводят при температуре наружного воздуха, отличной от максимальной, но не ниже 26 °С.

В этом случае проводят оценку возможности достижения нормативного значения температуры воздуха в помещении при максимальной температуре наружного воздуха на основании результатов испытаний по определению показателей эффективности системы охлаждения (см. 5.5.2, 5.5.3).

4.3.3 Испытания проводят на стоянке или при движении по железнодорожному пути со скоростью, составляющей не менее 20 % от конструкционной скорости (при этом подготовительный период испытаний (см. 4.3.5) может быть проведен на стоянке).

Допускается проведение испытаний в испытательной камере, оснащенной комплексом оборудования для моделирования различных климатических, аэродинамических условий эксплуатации железнодорожного подвижного состава, включая экстремальные погодные условия (как для холодного, так и теплого периода года) — далее климатическая камера.

Допускается также проведение испытаний в испытательной камере, оснащенной оборудованием для моделирования условий эксплуатации подвижного состава в летний период года, как минимум, в части максимальной температуры наружного воздуха (далее — тепловая камера).

Примечание — Климатическая камера в силу ее оснащения комплексом оборудования, позволяющего создавать различные температурно-влажностные режимы и программы их изменения, моделировать солнечную радиацию и внутреннюю тепловую нагрузку (от пассажиров), формировать набегающий поток воздуха (имитирующий скорость движения подвижного состава), а также производить автоматическую регистрацию значений параметров микроклимата в помещении, обладает возможностями проведения всех испытаний в соответствии с настоящим стандартом в отличие от тепловой (см. Е.1) или холодильной (см. Е.9) камер, которые (не имея подобного оснащения) используются преимущественно для проведения испытаний по определению показателей эффективности систем обеспечения микроклимата (см. 5.2.1, 5.3.1).

4.3.4 Условия солнечного излучения и тепловая нагрузка

4.3.4.1 Испытания, проводимые согласно перечислению а) 4.1.3, проводят в солнечную погоду с 12 до 16 ч местного времени.

4.3.4.2 При проведении испытаний в климатической камере имитация солнечного излучения (инсоляции) проводится с использованием оборудования по 4.5.10, а скорости движения подвижного состава — с использованием специального штатного оборудования камеры, создающего обдув, по мощности соответствующий скорости по 4.3.3.

4.3.4.3 Испытания с имитацией движения (см. 4.3.3) в климатической камере проводят с использованием вспомогательного оборудования, моделирующего тепловую нагрузку от находящихся в помещении людей. Тепловая нагрузка имитирует тепловыделение людей, находящихся в помещении в штатных условиях эксплуатации. Величина тепловой нагрузки определяется в соответствии с приложением А. Имитируют две составляющие тепловыделения человека: физическое (явное или ощутимое) и влажное (скрытое) тепло.

Испытания на стоянке рекомендуется проводить с имитацией тепловыделения людей.

Для имитации физического и влажного тепла следует использовать оборудование в соответствии с 4.5.9.

Физическое тепло, генерируемое оборудованием, производящим пар, включают в общий объем физического тепла.

Испытания в движении вне климатической камеры допускается проводить без тепловой нагрузки.

4.3.4.4 Число людей в помещениях для определения величины тепловой нагрузки принимается равным штатному количеству обслуживающего персонала и/или количеству пассажиров при расчетной населенности в соответствии с технической документацией на объект испытаний.

Примечание — Расчетная населенность определяется в салонах подвижного состава дальнего сообщения числом мест для размещения сидя, в салонах пригородного подвижного состава к указанному числу добавляется число стоящих пассажиров из расчета 3 чел./м^2 свободной площади салона, если иное не указано в технической документации.

4.3.5 Процесс испытаний разделяют на два периода:

- подготовительный период испытаний — период предварительного охлаждения помещения [охлаждения или нагрева в испытаниях согласно перечислению в) 4.1.3] в течение промежутка времени, определяемого по 4.6.1.6;

- основной период испытаний — период контрольных измерений показателей микроклимата.

Продолжительность основного этапа испытаний при измерении температуры воздуха (в каждой контрольной точке помещения) в зависимости от периодичности измерений определяют по одному из следующих вариантов:

а) не менее 2 ч с периодичностью не реже чем через 1 мин;

б) не менее 4 ч с периодичностью не реже чем через 5 мин.

4.3.6 В течение всего периода испытаний штатная система кондиционирования должна функционировать с соблюдением требований, установленных в технической документации на объект испытаний для соответствующего периода года:

а) по производительности системы подачи наружного воздуха, соответствующей температурному режиму испытаний (см. 4.1.3);

б) по заданному (установленному для автоматического поддержания) значению температуры воздуха в помещении в зависимости от температуры наружного воздуха.

При отказе системы или неисправности ее элементов, иных нарушениях установленных режимов функционирования испытания должны быть прекращены, причины должны быть зафиксированы документально (акт, протокол).

4.3.7 До проведения испытаний уточняют расположение в помещении всех элементов оборудования системы кондиционирования (в том числе раздачи обработанного воздуха), а также основные характеристики оборудования системы (наименование, тип, модель, модификация, наименование изготовителя, производительность) согласно сопроводительной документации с последующей фиксацией в протоколе испытаний.

4.3.8 Для определения параметров микроклимата, указанных в 4.1.1, измеряют:

а) температуру воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С:

- в помещениях объемом более 15 м^3 (кабины, пассажирские салоны, служебные и бытовые помещения) не менее чем в трех поясах (в начале, середине и конце помещения) в двух точках в каждом поясе (для кабин, служебных помещений, в том числе на рабочих местах, для салонов с местами для пассажиров — на местах их размещения у боковых стен);

- в бытовых помещениях (в том числе туалет, душ) объемом до 15 м^3 — в центре помещения;

- в кабинах и служебных помещениях объемом до 15 м^3 — на всех рабочих местах;

б) скорость движения воздуха v, м/с, на высоте 1500 мм от пола в тех же точках, что и температуру воздуха на уровне 1500 мм от пола;

в) относительную влажность воздуха φ, %, на высоте 1500 мм от пола:

- в помещениях объемом более 15 м^3 (кабины, пассажирские салоны, служебные и бытовые помещения) в центре не менее чем трех поясов (в начале, середине и конце помещения);

- в кабинах и служебных помещениях объемом до 15 м^3, в бытовых помещениях (в том числе туалет, душ) объемом до 15 м^3 — в одной точке в центре помещения;

г) температуру воздуха на выходе из технологических отверстий раздачи воздуха оборудования системы охлаждения $t^{вых}$,°С, на расстоянии от 100 до 150 мм от плоскости сечения выходного отверстия.

4.3.9 Примеры схем размещения в помещениях точек измерения по 4.3.8 приведены в приложении Б (см. рисунки Б.1 — Б.6).

4.3.10 Температуру $t^{нар}$, °С, и влажность $\varphi^{нар}$, %, наружного воздуха измеряют* на стоянке в одной точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстоянии не менее 5 м на высоте от 2,0 до 3,5 м от поверхности земли, в движении — у наружной поверхности кузова (возле окна в набегающем потоке).

Допускается проводить измерения температуры наружного воздуха на расстоянии менее 5 м от внешней боковой поверхности кузова, а именно на расстоянии, на котором по мере удаления от боковой поверхности кузова (на высоте от 2,0 до 3,5 м от поверхности земли) температурный градиент становится равен нулю (отсутствует изменение температуры воздуха более чем на величину погрешности средства измерения).

Рекомендуется также учитывать возможное влияние других локальных источников тепла (холода).

* В испытаниях вне климатической камеры.

При проведении испытаний в тепловой камере согласно перечислению а) 4.1.3 температуру наружного воздуха $t^{нар}$, °С, измеряют на воздухозаборной решетке каждой установки СКВ, влажность $\varphi^{нар}$, % — на одной из воздухозаборных решеток.

4.3.11 При проведении испытания окна и двери помещения должны быть закрыты для исключения неорганизованного попадания наружного воздуха.

В помещении должны быть установлены предусмотренные конструкторской документацией кресла (диваны). В помещении не должно быть не предусмотренных конструкторской документацией конструкций, грузов, оборудования (кроме средств измерений и испытательного оборудования по 4.5).

4.4 Условия проведения испытаний по определению параметров микроклимата в холодный период года

4.4.1 Испытания по определению параметров микроклимата в холодный период года проводят при температуре наружного воздуха, указанной в перечислении б) 4.1.3.

4.4.2 В случае невозможности обеспечить предельные температурные условия согласно перечислению б) 4.1.3, испытания проводят при температуре наружного воздуха, отличной от указанной в перечислении б) 4.1.3, но не выше минус 10 °С (рекомендуется не выше минус 15 °С). В этом случае проводят оценку возможности достижения нормативных значений температуры воздуха в помещении и температуры поверхностей ограждений помещения при минимальной температуре наружного воздуха на основании результатов испытаний по определению показателей эффективности системы подогрева (см. 5.5.2, 5.5.3).

4.4.3 Процесс испытаний разделяют на два периода:

- подготовительный период испытаний — период предварительного нагрева помещения в течение промежутка времени, определяемого по 4.6.1.6;
- основной период испытаний — период контрольных измерений показателей микроклимата.

Продолжительность основного этапа испытаний — согласно перечислению а) 4.3.5 или перечислению б) 4.3.5.

Испытания проводят при соблюдении условий, приведенных в 4.3.6, 4.3.7, 4.3.10, 4.3.11.

4.4.4 Испытания проводят без тепловой нагрузки. Испытания локомотивов и моторвагонного подвижного состава (МВПС), специального самоходного подвижного состава (СПС) проводят при движении по железнодорожному пути со скоростью, составляющей не менее 20 % от конструкционной скорости. Допускается проведение испытаний в климатической камере.

Подготовительный период испытаний может быть проведен на стоянке.

Испытания несамоходного СПС проводят на стоянке.

Испытания инновационного и иного вновь разработанного подвижного состава допускается проводить на стоянке или в испытательной камере, оснащенной оборудованием для моделирования условий эксплуатации подвижного состава в зимний период года, как минимум, в части минимальной температуры наружного воздуха (далее — холодильная камера). При этом следует обеспечить подтверждение полученных в испытаниях на стоянке или в холодильной камере результатов при подконтрольной эксплуатации.

При проведении испытаний в холодильной камере температуру и влажность наружного воздуха измеряют в одной точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстоянии не менее 0,5 м на высоте от 2,0 до 3,5 м от пола камеры.

4.4.5 Для определения параметров микроклимата, указанных в 4.1.2, измеряют:

а) температуру воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С в точках, указанных в перечислении а) 4.3.8;

б) температуру воздуха на уровне 150 мм от пола t^{150}, °С, в точках, расположенных на одной вертикали (от поверхности пола) с точками измерения температуры воздуха на высоте 1500 мм от пола (см. 4.3.8);

в) скорость движения воздуха v, м/с, на высоте 1500 мм от пола в тех же точках, что и температуру воздуха на уровне 1500 мм от пола;

г) относительную влажность воздуха φ,%, на высоте 1500 мм от пола в точках, указанных в перечислении в) 4.3.8;

д) температуру пола $t^{пол}$, °С:

- в помещениях объемом не более 15 м^3 — не менее чем в трех точках (в том числе на всех рабочих местах);
- в помещениях объемом более 15 м^3 — не менее чем в шести точках, расположенных в тех же поясах и местах, в которых измеряют температуру воздуха (см. 4.3.8);

е) температуру боковых стен* $t^{ст}$, °С:

- в помещении объемом более 15 м^3 — на каждой из боковых стен, $t^{лев.стен}$, $t^{прав.стен}$, не менее чем в трех поясах, находящихся в начале, середине и конце помещения (для салона с местами для пассажиров пояса проходят через первый, последний и находящийся в середине салона ряд сидений), в поясах с сиденьями у боковых стен — в точках, расположенных в проекции на стенку тела человека, сидящего на рабочем месте или месте пассажира, на высоте 1000 мм от поверхности пола (уровень плеча), $t_{1000}^{лев.ст}$, $t_{1000}^{прав.ст}$, и 600 мм от уровня пола (уровень бедра), $t_{600}^{лев.ст}$, $t_{600}^{прав.ст}$, в поясах без сидений у боковых стен — в точках на высоте 1500 мм от пола, $t_{1500}^{лев.ст}$, $t_{1500}^{прав.ст}$;

- в бытовых помещениях объемом не более 15 м^3 — как минимум в одной точке в центре каждой боковой стенки помещения на уровне 1500 мм от пола или (при наличии в помещении мест для сидения) в точках, расположенных в проекции на стенку тела сидящего человека на высоте 1000 мм от поверхности пола и 600 мм от уровня пола;

- в кабинах и служебных помещениях объемом не более 15 м^3 — не менее чем в двух точках на каждой боковой стенке, в том числе для каждого рабочего места в проекции на стенку тела сидящего на рабочем месте человека, на высоте 1000 мм от поверхности пола и 600 мм от уровня пола;

ж) температуру воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения (боковых стен, пола) $t^{в.огр}$, °С, в точках, соответствующих количеству и местам расположения точек измерения температуры ограждений боковых стен и пола;

и) температуру нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног пассажира (обслуживающего персонала), на одном месте для сидения пассажира в каждом поясе с правой и левой сторон помещения (на каждом рабочем месте) на уровне от 100 до 150 мм от опорной поверхности для ног;

к) температуру поверхностей нагревательных приборов или их ограждений как минимум в одной точке в центре поверхности каждого нагревательного прибора (или его ограждения);

л) температуру нагреваемых поверхностей (подлокотники, панели) как минимум в одной точке в центре зоны возможного контакта с поверхностью тела человека каждой нагреваемой поверхности.

4.4.6 При исполнении вагона МВПС без тамбура рекомендуется проводить контрольное измерение температуры воздуха на уровне 1500 мм от пола в тамбурной зоне салона как минимум в одной точке на расстоянии от 0,5 до 1,0 м от входных дверей в салон вагона (в плоскости симметрии дверного проема).

4.4.7 При необходимости определения в помещении температурных характеристик поверхностей, не граничащих с наружным воздухом, температуру этих поверхностей (торцевых стен $t_{ij}^{торц.ст}$, потолка $t_{ij}^{потол}$, °С), за исключением остекленных и металлических частей, измеряют как минимум в одной точке, в центре соответствующей поверхности.

Примечание — Для уточнения распределения температурных характеристик ограждений могут проводиться измерения температуры по всей внутренней поверхности ограждений помещений с использованием оборудования, реализующего метод термографии (тепловизоры).

Примеры схем размещения в помещениях точек измерения показателей, указанных в 4.4.5, 4.4.7, приведены в приложении Б (см. рисунки Б.7 — Б.12).

4.5 Требования к средствам измерений, испытательному оборудованию

4.5.1 Применяемые средства измерений должны соответствовать требованиям национального законодательства об обеспечении единства измерений.

4.5.2 Измерение температуры воздуха в помещениях проводят средствами измерений с пределами допустимой погрешности не более ±0,25 °С, температуры наружного воздуха с пределами допустимой погрешности не более ±0,5 °С.

4.5.3 Измерение скорости движения воздуха в помещении проводят термоанемометром (анемометром) с пределом допустимой погрешности не более 0,15 м/с.

4.5.4 Измерение относительной влажности воздуха проводят термогигрометром (гигрометром) с пределом допустимой погрешности не более 5 %.

---

* При измерениях температуры стен допускается отклонение от указанных точек измерения (мест размещения датчиков) с целью исключения измерений на поверхности металлической обшивки или стекла (когда указанные в 4.4.5 точки попадают на эти поверхности).

4.5.5 Измерения температуры поверхности ограждения проводят контактными термометрами с пределами допустимой погрешности не более ±0,5 °С или иными средствами измерений температуры поверхности с указанной погрешностью. Для измерения температуры поверхности нагревательных приборов и их ограждений допускается применять средства измерения с пределами допустимой погрешности не более ±2 °С.

4.5.6 Линейные размеры измеряют рулеткой по ГОСТ 7502 класса точности 3.

4.5.7 Для регистрации времени измерений используют секундомер (часы-секундомер, хронограф), обеспечивающий измерение времени в течение не менее 12 ч с погрешностью не более ±1 с, а также средства измерений температуры, скорости движения воздуха, относительной влажности с функцией фиксации времени.

4.5.8 При проведении испытаний в климатической камере скорость обдува определяется средствами измерений с пределом допустимой погрешности не более 1 м/с.

4.5.9 Для моделирования тепловой нагрузки по 4.3.4.3 применяют электронагревательные приборы (имитация физического тепла) и оборудование для выпаривания жидкости (имитация влажного тепла), равномерно распределенные по площади помещения. Указанное вспомогательное оборудование подвергают периодической проверке технического состояния в соответствии с указаниями, содержащимися в инструкциях по эксплуатации этого оборудования или в паспортах на них.

4.5.10 Для моделирования солнечного излучения при испытаниях в климатической камере применяют лампы, обеспечивающие эквивалентную мощность излучения (на поверхность, перпендикулярную к направлению излучения) — 800 Вт/м^2. Суммарная длина оборудования, моделирующего инсоляцию, должна быть не менее длины испытываемой единицы подвижного состава.

4.6 Порядок проведения испытаний

4.6.1 Подготовительный период испытаний

4.6.1.1 В помещении устанавливают средства измерения (датчики) показателей микроклимата. Данные о размещении средств измерений (датчиков) в конкретном испытании сохраняют, их рекомендуется наносить на схему помещения объекта испытаний.

4.6.1.2 В соответствии с 4.3.10 снаружи устанавливают средства измерений температуры и влажности.

Проверяют соблюдение условий по 4.3.1, 4.3.2 или 4.4.1, 4.4.2. Результаты измерений сохраняют (см. таблицу В.1 приложения В).

4.6.1.3 Оборудование системы кондиционирования работает в режимах:

- охлаждения — при проведении испытаний в теплый период года (при температуре наружного воздуха выше 26 °С);
- охлаждения или отопления — при температуре от 10 °С до 20 °С (испытания согласно перечислению в) 4.1.3;
- отопления — при проведении испытаний в холодный период года (при температуре наружного воздуха в соответствии с 4.4.2).

4.6.1.4 Устанавливают автоматическое поддержание температуры воздуха в помещении согласно перечислению б) 4.3.6. Значение температуры, заданное для автоматического поддержания, сохраняют (см. таблицы В.2—В.5 приложения В).

4.6.1.5 В подготовительный период испытаний через равные промежутки времени продолжительностью не более 5 мин проводят измерения следующих показателей:

- температура воздуха в помещении на высоте 1500 мм от пола t^{1500}, °С, в точках по 4.3.8, 4.4.5;
- температура наружного воздуха $t^{нар}$, °С, в соответствии с 4.3.10.

Результаты измерений сохраняют (см. таблицы В.2—В.5 приложения В).

4.6.1.6 Подготовительный период заканчивается при отсутствии непрерывного изменения средней температуры воздуха в одном направлении (повышение или снижение) в течение не менее 20 мин. Фиксируют время начала и окончания подготовительного периода.

4.6.1.7 Для уменьшения времени подготовительного периода допускается использовать специальные режимы охлаждения и нагрева воздуха, предусмотренные системой кондиционирования [охлаждение — до температуры (26 ± 4) °С, нагрев — до температуры (20 ± 4) °С]. После этого устанавливается автоматическое поддержание температуры по 4.6.1.4.

4.6.2 Основной период испытаний (период проведения измерений)

4.6.2.1 В основном периоде испытаний измерения проводят в течение 2 ч согласно перечислению а) 4.3.5 или в течение 4 ч согласно перечислению б) 4.3.5.

В теплый период года проводят измерения температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола (в точках по 4.3.8, 4.4.5).

Через равные промежутки времени продолжительностью не более 5 мин проводят измерения температуры наружного воздуха по 4.3.10 и температуры подаваемого в помещение (в теплый период года) охлажденного воздуха по перечислению г) 4.3.8.

С периодичностью один раз в час проводят измерения скорости движения воздуха в помещении, с такой же периодичностью проводят измерения относительной влажности воздуха (в точках по 4.3.8, 4.4.5).

Не менее двух раз (в начале и в конце основного периода испытаний) проводят измерения влажности наружного воздуха в соответствии с 4.3.10.

Результаты измерений сохраняют в соответствии с приложением В.

Для контроля процесса нагрева при проведении испытаний в холодный период года (с целью исключения возможных неисправностей системы отопления) рекомендуется измерять температуру подаваемого в помещение воздуха в плоскости сечения выходного отверстия $t_{вых}$, °С.

4.6.2.2 При испытаниях во время движения подвижного состава (см. 4.3.3, 4.4.4) через равные промежутки времени продолжительностью не более 10 мин фиксируют скорость движения (по показаниям штатного скоростемера), при имитации движения в испытаниях в климатической камере с той же периодичностью фиксируют скорость обдува. Результаты измерений сохраняют (см. таблицы В.2—В.5 приложения В).

4.6.2.3 При испытаниях в холодный период года измеряют также следующие параметры (в точках по 4.4.5):

- температуру воздуха в помещении на уровне 150 мм от пола t^{150} (одновременно с измерениями температуры воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500});
- температуру поверхностей ограждений помещения: пола $t^{пол}$, боковых стен $t^{лев.ст}$, $t^{прав.ст}$, не менее двух раз (первый раз не ранее чем через 2 ч после включения СКВ по 4.6.1.3, последующие измерения с интервалом 30 мин);
- температуру воздуха в помещении на расстоянии 150 мм от точки измерения температуры поверхности ограждения (пола, стен, граничащих с наружным воздухом) $t^{в.огр}$, одновременно с измерением температуры ограждения;
- температуру нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног пассажиров с периодичностью один раз в час;
- температуру поверхностей нагревательных приборов (отопителей) или их ограждений с периодичностью один раз в час для каждого установленного в помещении отопителя;
- температуру нагреваемых поверхностей в зоне возможного контакта с поверхностью тела человека (подлокотники, панели) с периодичностью один раз в час для каждой поверхности.

Для записи результатов измерений рекомендуется использовать формы, приведенные в приложении В (таблицы В.4, В.5, В.9—В.12).

Допускается проводить измерения каждого показателя по 4.6.1.5, 4.6.2.1, 4.6.2.3, как одновременно во всех точках, так и последовательно (при этом на рабочем месте или месте размещения пассажира измеряют одновременно значения температур t^{150} и t^{1500}, а также температур $t^{в.огр}$ и $t^{ст}$). Обязательным условием является соблюдение периодичности измерений (установленных временных интервалов между измерениями) в каждой точке.

4.6.2.4 Регистрируют время начала и окончания периода измерений.

Фиксируют наблюдаемые отклонения (изменения) в работе оборудования и время их возникновения. При открывании по производственной необходимости окон и/или дверей (наружных или внутренних дверей в смежное помещение с температурой воздуха, отличной от температуры воздуха в помещении, в котором проводятся измерения) последующие измерения проводят не ранее чем через 15 мин после закрывания проемов. Фиксируют время открывания и начала последующих измерений.

4.6.2.5 При определении в помещении температурных характеристик поверхностей, не граничащих с наружным воздухом (см. 4.4.7), измерения температуры торцевых стен $t_{ij}^{торц.ст}$, потолка $t_{ij}^{потол}$ проводят не менее двух раз (первый раз не ранее чем через 2 ч после включения СКВ по 4.6.1.3, последующие измерения с интервалом 30 мин).

4.7 Обработка результатов испытаний

4.7.1 Параметры наружного воздуха определяют как средние значения измеренных (за время основного периода испытаний) значений следующих показателей:

- относительной влажности наружного воздуха $\varphi_{ср}^{нар}$, %, по формуле

$$\varphi_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\varphi_i, \quad (1)$$

- температуры наружного воздуха $t_i^{нар}$, %, по формуле

$$t_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}t_i^{нар}, \quad (2)$$

где n — количество измерений;

i — порядковый номер измерения показателя по времени.

При количестве точек измерения (датчиков) температуры наружного воздуха более одной $t_{ср}^{нар}$ определяется как среднее арифметическое измеренных значений температуры в каждой точке.

Результаты расчетов сохраняют (значение влажности — см. таблицу В.1, температуры наружного воздуха — см. таблицы В.2—В.5 приложения В).

4.7.2 В качестве результатов определения параметров микроклимата в помещениях принимают средние для каждого места измерения (для каждой точки измерения, см. 4.3.8 и 4.4.5) или каждого пояса значения измеренных в основном периоде величин.

Для определения указанных средних значений результаты измерений параметров микроклимата в основном периоде испытаний в теплый период года обрабатывают по 4.7.2.1—4.7.2.3, в холодный период года — по 4.7.2.1—4.7.2.7.

Результаты расчетов сохраняют (см. приложение В).

4.7.2.1 Среднее значение температуры воздуха на одном месте измерений $t_{срj}^{1500}$, °С, вычисляют по формуле

$$t_{срj}^{1500} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}t_{ij}^{1500}, \quad (3)$$

где t_{ij}^{1500} — температура воздуха в помещении на j-м месте на высоте 1500 мм в i-й момент времени измерений, °С;

n — количество измерений по времени на j-м месте измерений;

i — порядковый номер измерений на j-м месте;

j — порядковый номер точки измерения температуры воздуха (минимально необходимое количество точек измерения — в соответствии с 4.3.8).

В качестве результата принимают средние для каждого места измерения значения температуры воздуха (на высоте 1500 мм).

4.7.2.2 Среднее значение относительной влажности воздуха в помещении на одном месте измерений $\varphi_{срj}$, %, вычисляют по формуле

$$\varphi_{срj} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\varphi_{ij}, \quad (4)$$

где φ_{ij} — относительная влажность воздуха в помещении на j-м месте в i-й момент времени измерений, %;

n — количество измерений (по времени) на j-м месте измерений, $n \geq 3$;

i — порядковый номер измерений по времени на j-м месте измерений.

В качестве результата принимают средние для каждого места измерений значения относительной влажности воздуха.

4.7.2.3 Среднее значение скорости движения воздуха в помещении на одном месте измерений $v_{срj}$, м/с, вычисляют по формуле

$$v_{срj} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}v_{ij}, \quad (5)$$

где $v_{срj}$ — скорость движения воздуха в помещении на j-м месте в i-й момент времени измерений, м/с;

i — порядковый номер измерений скорости движения воздуха по времени на j-м месте с указанной в 4.6.2.2 периодичностью;

n — количество измерений по времени на j-м рабочем месте или месте пассажира;

j — порядковый номер точки измерения скорости движения воздуха (минимально необходимое количество точек измерения — в соответствии с 4.3.8).

В качестве результата принимают средние для каждого места измерений значения скорости движения воздуха (на высоте 1500 мм).

4.7.2.4 Среднее значение перепадов температуры воздуха по длине помещения (справа $\Delta t_{ср}^{/прав}$ и слева $\Delta t_{ср}^{/лев}$), °С, вычисляют по формулам:

$$\Delta t_{ср}^{/прав} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\left(t_{нач i}^{/прав} - t_{кон i}^{/прав}\right)\right], \quad (6)$$

$$\Delta t_{ср}^{/лев} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\left(t_{нач i}^{/лев} - t_{кон i}^{/лев}\right)\right], \quad (7)$$

где $t_{нач i}^{/прав}$ — температура воздуха в начальном (первом крайнем) поясе правой стороны помещения на высоте 1500 мм от уровня пола в i-й момент времени измерений, °С;

$t_{кон i}^{/прав}$ — температура воздуха в конечном (последнем крайнем) поясе правой стороны помещения на высоте 1500 мм от уровня пола в i-й момент времени измерений, °С;

$t_{нач i}^{/лев}$ — температура воздуха в начальном (первом крайнем) поясе левой стороны помещения на высоте 1500 мм от уровня пола в i-й момент времени измерений, °С;

$t_{кон i}^{/лев}$ — температура воздуха в конечном (последнем крайнем) поясе левой стороны помещения на высоте 1500 мм от уровня пола в i-й момент времени измерений, °С;

n — количество измерений по времени с каждой стороны;

i — порядковый номер измерений по времени с каждой стороны.

В качестве результата принимают средние значения перепада температуры воздуха по длине салона справа и слева.

4.7.2.5 Среднее значение перепада температуры воздуха по ширине помещения для каждого пояса $\Delta t_{ср j}^{ш}$, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta t_{ср j}^{ш} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta t_{ij}^{ш}, \quad (8)$$

где $\Delta t_{ij}^{ш}$ — перепад температуры воздуха по ширине помещения на высоте 1500 мм в j-м поясе помещения в i-й момент времени измерений, °С [исходя из обозначений формул (6) и (7) перепад температуры по ширине помещения в i-й момент времени измерений для начального (первого крайнего) и для конечного (последнего крайнего) пояса определяется разностью соответственно $\left(t_{нач i}^{/прав} - t_{нач i}^{/лев}\right)$ и $\left(t_{кон i}^{/прав} - t_{кон i}^{/лев}\right)$];

j — порядковый номер пояса измерения;

n — количество измерений по времени в j-м поясе;

i — порядковый номер измерений по времени в j-м поясе.

В качестве результата принимают средние значения перепада температуры воздуха по ширине помещения для каждого пояса.

4.7.2.6 Среднее значение перепада температуры воздуха по высоте помещения на каждом месте измерения $\Delta t_{ср j}^{h}$, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta t_{ср j}^{h} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta t_{ij}^{h}, \quad (9)$$

где Δt_{ij}^{h} — перепад между значениями температуры воздуха на высоте 1500 мм и на высоте 150 мм от пола на j-м месте в i-й момент времени измерений, °С (минимально необходимое количество точек, на которых размещают датчики на высоте 1500 мм и 150 мм, — в соответствии с 4.4.5);

j — порядковый номер места, на котором размещены датчики (на высоте 500 мм и 150 мм);

n — количество измерений по времени на j-м месте;

i — порядковый номер измерений по времени на j-м месте.

В качестве результата принимают средние значения перепада температуры воздуха по высоте на каждом j-м месте измерений.

4.7.2.7 Среднее значение температуры ограждений (боковых стен в каждом поясе помещения, граничащих с наружным воздухом) (слева $t_{cpj}^{лев.ст}$ и справа $t_{cpj}^{прав.ст}$), °С, вычисляют по формулам:

$$t_{cpj}^{лев.ст} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{2}\left(t_{ij1000}^{лев.ст} + t_{ij600}^{лев.ст}\right), \quad (10)$$

$$t_{cpj}^{прав.ст} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{2}\left(t_{ij1000}^{прав.ст} + t_{ij600}^{прав.ст}\right), \quad (11)$$

где $t_{ij1000}^{лев.ст}$ — температура левой, а $t_{ij1000}^{прав.ст}$ — температура правой боковой стенки помещения в j-м поясе [в точках, расположенных в проекции на стенку* (неостекленная поверхность) тела человека, сидящего на рабочем месте или месте пассажира, на высоте 1000 мм от пола (уровень плеча)] в i-м измерении по времени, °С;

$t_{ij600}^{лев.ст}$ — температура левой, а $t_{ij600}^{прав.ст}$ — температура правой боковой стенки помещения в j-м поясе [в точках, расположенных в проекции на стенку* (неостекленная поверхность) тела человека, сидящего на рабочем месте или месте пассажира, на высоте 600 мм от пола (уровень бедра)] в i-м измерении по времени, °С (минимально необходимое количество точек измерения по 4.4.5);

j — порядковый номер пояса, в котором размещены точки (датчики) измерения на высоте 1000 мм и 600 мм;

n — количество измерений по времени в j-м поясе;

i — порядковый номер измерений по времени в j-м поясе.

В качестве результата принимают средние значения температуры ограждений помещения (левой и правой стенки) в каждом поясе (из измеренных на высоте 600 мм и 1000 мм) или среднее значение на высоте 1500 мм, см. перечисление е) 4.4.5.

4.7.2.8 Среднее значение температуры ограждений помещения (потолка $t_{ср}^{потол}$ и торцевых стен $t_{ср}^{торц.ст}$, не граничащих с наружным воздухом), °С, вычисляют по формулам:

$$t_{ср}^{потол} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k}\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}t_{ij}^{потол}, \quad (12)$$

$$t_{ср}^{торц.ст} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k}\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}t_{ij}^{торц.ст}, \quad (13)$$

где $t_{ij}^{потол}$, $t_{ij}^{торц.ст}$ — температура потолка, торцевых стен в i-й момент времени в j-й точке поверхности, °С;

i — порядковый номер измерения по времени в j-й точке поверхности (потолка, торцевых стен);

n — количество измерений по времени в j-й точке поверхности;

j — порядковый номер точки измерения поверхности;

k — количество точек измерения температуры поверхности.

4.7.2.9 Среднее по времени значение температуры пола в каждой точке измерения $t_{ср}^{пол}$, °С (см. 4.4.5), вычисляют по формуле

* Для локомотивов с кузовом капотного типа точки измерения устанавливают исходя из наличия неостекленной поверхности.

$$t_{ср}^{пол} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_{ij}^{пол}, \quad (14)$$

где $t_{ij}^{пол}$ — температура пола в помещении в j-й точке измерения в i-й момент времени, °С;

i — порядковый номер измерений по времени в j-й точке;

n — количество измерений по времени в j-й точке измерения;

j — порядковый номер точки измерения температуры пола [минимально необходимое количество точек измерения температуры пола — в соответствии с перечислением д) 4.4.5].

В качестве результата принимают средние значения температуры пола в каждой точке измерения.

4.7.2.10 Среднее значение перепада между температурой ограждения (в точках на плоскостях: левой и правой боковой стенки, пола) и температурой воздуха в 150 мм от соответствующей точки ограждения $\Delta t_{срj}^{огр}$, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta t_{срj}^{огр} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(t_{ij}^{в.огр} - t_{ij}^{огр}\right), \quad (15)$$

где $t_{ij}^{огр}$ — температура ограждения в j-й точке соответствующей плоскости (левая и правая боковые стенки, пол) в i-й момент времени;

$t_{ij}^{в.огр}$ — температура в 150 мм от j-й точки соответствующей плоскости ограждения (левая и правая боковые стенки, пол) в i-й момент времени;

i — порядковый номер измерений по времени в j-й точке соответствующей плоскости ограждения;

n — количество измерений по времени в j-й точке соответствующей плоскости ограждения;

j — порядковый номер точки измерения температуры ограждения на соответствующей плоскости.

В качестве результата принимают средние значения перепада между температурой ограждения (в каждой точке на каждой плоскости) и температурой воздуха в 150 мм от ограждения.

4.7.2.11 Среднюю температуру нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног человека на рабочем месте или на месте пассажира $\Delta t_{срj}^{ног}$, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta t_{срj}^{ног} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} t_{ij}^{ног}, \quad (16)$$

где $t_{ij}^{ног}$ — температура нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног на каждом j-м рабочем месте или месте пассажира, в i-й момент времени, °С;

i — порядковый номер измерения по времени на j-м месте;

n — количество измерений по времени на j-м месте;

k — количество мест измерения температуры нагретого воздуха;

j — порядковый номер места измерения температуры нагретого воздуха.

В качестве результата принимают среднее по времени значение температуры нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног на каждом месте измерения.

4.7.2.12 Температуру поверхности нагревательных приборов и температуру нагреваемых поверхностей $t_{ср}^{поверх}$, °С, определяемую как среднее по времени значение за основной период испытаний для каждого нагревательного прибора и нагреваемой поверхности, вычисляют по формуле

$$t_{ср}^{поверх} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_{i}^{поверх}, \quad (17)$$

где $t_{i}^{поверх}$ — температура поверхности ограждения нагревательного прибора (отопителя) или нагреваемой поверхности в i-й момент времени, °С;

n — количество измерений (по времени), $n \geq 3$;

i — порядковый номер измерения по времени.

В качестве результата принимают средние значения температуры поверхности каждого нагревательного прибора и нагреваемых поверхностей (подлокотники, панели и т. п.).

4.7.3 Полученные в испытаниях по разделу 4 значения параметров микроклимата могут быть оценены также на предмет комфортности для пассажиров (степени удовлетворенности тепловым режимом большой группы людей). Для этой оценки рекомендуется использовать метод оценки комфортности теплового режима в пассажирских помещениях железнодорожного подвижного состава, приведенный в приложении Г.

5 Методы испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата

5.1 Общие положения

5.1.1 Определяемые показатели эффективности системы обеспечения микроклимата:

- перепад между температурой воздуха в помещении и максимальной температурой наружного воздуха (для оценки эффективности системы охлаждения);
- перепад между температурой воздуха в помещении и минимальной температурой наружного воздуха (для оценки эффективности системы подогрева);
- точность поддержания температуры воздуха в помещении.

5.1.2 Определение перепада между температурой воздуха в помещении и температурой наружного воздуха для оценки эффективности систем охлаждения

5.1.2.1 В случае проведения испытаний по определению параметров микроклимата (см. раздел 4) в климатической камере при максимальной температуре наружного воздуха [см. перечисление а) 4.1.3] и при тепловой нагрузке по 4.3.4.3 для определения перепада используют результаты, полученные в этих испытаниях. Обработку результатов проводят по 5.5.1.

5.1.2.2 Если испытания по определению параметров микроклимата (см. раздел 4) проводились при максимальной температуре наружного воздуха [см. перечисление а) 4.1.3], но без тепловой нагрузки или проводились (в соответствии с 4.3.2) при температуре наружного воздуха, отличной от максимальной температуры наружного воздуха, для определения значения перепада проводят испытания в соответствии с 5.2, 5.4.

5.1.3 Определение перепада между температурой воздуха в помещении и температурой наружного воздуха для оценки эффективности систем подогрева

5.1.3.1 При проведении испытаний по определению параметров микроклимата по разделу 4 при минимальной температуре наружного воздуха [см. перечисление б) 4.1.3] для определения перепада используют результаты, полученные в этих испытаниях. Обработку результатов проводят по 5.5.1.

5.1.3.2 Если испытания по определению параметров микроклимата (см. раздел 4) проводились (в соответствии с 4.4.2) при температуре наружного воздуха, отличной от минимальной температуры, для определения перепада проводят испытания в соответствии с 5.3, 5.4.

5.1.4 Точность поддержания температуры воздуха в помещении определяют по измеренным в испытаниях по определению параметров микроклимата значениям температуры воздуха (см. 4.6.2.1). Обработку результатов проводят по 5.5.4.1.

5.1.5 Испытаниям подлежит один образец подвижного состава.

Требования к средствам измерений — в соответствии с 4.5.2, 4.5.6, 4.5.7.

5.2 Условия проведения испытаний по определению перепада между температурой воздуха в помещении и максимальной температурой наружного воздуха (для оценки эффективности системы охлаждения)

5.2.1 Испытания по определению перепада между температурой воздуха в помещении и температурой наружного воздуха (для оценки эффективности систем охлаждения) проводят при максимальной температуре наружного воздуха или используют результаты по 5.1.2.1.

5.2.2 При невозможности обеспечить максимальную температуру наружного воздуха испытания по определению перепада проводят при температуре наружного воздуха, отличной от максимальной, но не ниже 26 °С. В этом случае значение перепада определяют расчетом с использованием метода, приведенного в приложении Д.

5.2.3 Испытания по 5.2.1 и 5.2.2 проводят на открытых железнодорожных путях на стоянке в солнечную погоду в период с 12 до 16 ч местного времени. Испытания проводят с тепловой нагрузкой (см. 4.3.4.3, 4.3.4.4).

Испытания проводят при соблюдении условий, указанных в 4.3.7, 4.3.11.

5.2.4 Допускается проведение испытаний по оценке эффективности систем охлаждения в тепловой камере при выполнении требований, приведенных в приложении Е.

5.2.5 В течение всего периода испытаний штатная система кондиционирования должна функционировать с соблюдением требований по производительности системы подачи наружного воздуха, установленных в технической документации на объект испытаний для теплого периода года.

При отказе системы или неисправности ее элементов, иных нарушениях установленных режимов функционирования испытания должны быть прекращены, причины должны быть зафиксированы документально (в акте, протоколе).

5.2.6 Перед проведением испытаний система автоматического поддержания температуры в помещении должна быть отключена.

5.2.7 Процесс испытаний разделяют на два периода:

- подготовительный период испытаний: период предварительного охлаждения до стабилизации температуры воздуха в помещении [отсутствие непрерывного изменения средней температуры воздуха в одном направлении (повышения или снижения) более чем на 1 °С в течение не менее 0,5 ч];
- основной период испытаний — период контрольных измерений температуры воздуха в помещении продолжительностью не менее 1 ч при стабилизации температуры воздуха.

5.3 Условия проведения испытаний по определению перепада между температурой воздуха в помещении и минимальной температурой наружного воздуха (для оценки эффективности системы подогрева)

5.3.1 Испытания по определению перепада между температурой воздуха в помещении и температурой наружного воздуха для оценки эффективности систем подогрева проводят при минимальной температуре наружного воздуха или используют результаты по 5.1.3.1.

В течение всего периода испытаний штатная система кондиционирования должна функционировать с соблюдением требований по производительности системы подачи наружного воздуха, установленных в технической документации на объект испытаний для холодного периода года.

5.3.2 При невозможности обеспечить минимальную (для холодного периода года) температуру наружного воздуха испытания по определению перепада проводят при температуре наружного воздуха в интервале от минус 15 °С [при проведении испытаний согласно перечислению б) 5.3.4 и перечислению в) 5.3.4 — в интервале от минус 5 °С] до значения минимальной температуры воздуха. В этом случае значение перепада определяют расчетом с использованием метода, приведенного в приложении Ж.

5.3.3 Испытания по 5.3.1, 5.3.2 проводят на стоянке без тепловой нагрузки.

Система автоматического поддержания температуры воздуха в помещении должна быть отключена.

Испытания проводят при соблюдении условий, указанных в 4.3.11.

При отказе системы или неисправности ее элементов, иных нарушениях установленных режимов функционирования испытания должны быть прекращены, причины должны быть зафиксированы документально (в акте, протоколе).

5.3.4 Испытания по 5.3.2 проводят одним из следующих способов [для жидкостной системы отопления только в соответствии с перечислением а) 5.3.4]:

а) автономным включением каждой отопительной группы независимо от других групп на 100 % мощности;

б) включением всех отопительных групп одновременно на 100 % мощности и максимальной подаче наружного воздуха;

в) автономным включением каждой отопительной группы независимо от других групп на 100 % мощности и максимальной подаче наружного воздуха применительно к помещениям объемом менее 15 $м^3$.

5.3.4.1 Испытания в соответствии с перечислением а) 5.3.4 проводят с подачей или без подачи наружного воздуха.

При переходе от одной отопительной группы к другой помещение проветривают.

5.3.4.2 При испытаниях, осуществляемых в соответствии с перечислением б) 5.3.4 и перечислением в) 5.3.4 штатная система кондиционирования должна обеспечивать максимально возможную для нее подачу наружного воздуха.

5.3.5 В случае жидкостной системы отопления объекта температура жидкости должна поддерживаться на уровне, предусмотренном в ТЗ или ТУ на объект испытаний.

5.3.6 Процесс испытаний разделяют на два периода:

- подготовительный период испытаний: период предварительного нагрева до стабилизации температуры воздуха в помещении [отсутствие непрерывного изменения средней температуры воздуха в одном направлении (повышения или снижения) более чем на 1 °С в течение не менее 0,5 ч];

- основной период испытаний — период контрольных измерений температуры воздуха в помещении продолжительностью не менее 1 ч при стабилизации температуры воздуха.

5.3.7 Рекомендуемое время подготовительного периода — не менее 3 ч.

5.3.8 Допускается проведение испытаний по оценке эффективности систем подогрева в холодильной камере при выполнении требований, приведенных в приложении Е.

5.4 Порядок проведения испытаний

5.4.1 Подготовительный период испытаний (предварительное охлаждение или предварительный нагрев)

5.4.1.1 В помещении устанавливают средства измерений (датчики) температуры воздуха. Расположение минимально обязательного количества точек измерения — по 4.3.8. Данные о размещении средств измерений (датчиков) в конкретном испытании сохраняют, нанося их на схему помещения объекта испытаний. Примеры размещения точек измерения представлены в приложении И.

5.4.1.2 В соответствии с 4.3.10 снаружи устанавливают средства измерений температуры.

Проверяют соблюдение условий по 5.2.1—5.2.3, 5.2.5, 5.2.6 или 5.3.1—5.3.5. Результаты измерений сохраняют. Рекомендуемые формы регистрации первичных данных приведены в приложении В.

5.4.1.3 Включают на полную мощность:

- при проведении испытаний в теплый период года — установку кондиционирования на охлаждение;

- при проведении испытаний в холодный период года по 5.3.1 — оборудование, обеспечивающее отопление (нагрев воздуха) помещения;

- при проведении испытаний в холодный период года по 5.3.2 — каждую отопительную группу [см. перечисление а) 5.3.4, перечисление в) 5.3.4 и 5.3.4.1] или все отопительные группы [см. перечисление б) 5.3.4 и 5.3.4.2].

5.4.1.4 В подготовительный период испытаний (период предварительного охлаждения или нагрева помещения) через равные промежутки времени продолжительностью не более 10 мин проводят измерения температуры воздуха в помещении на высоте 1500 мм и температуры наружного воздуха.

Для контроля процесса охлаждения или нагрева (с целью исключения возможных неисправностей кондиционера или отопителя) рекомендуется измерять температуру воздуха, подаваемого в помещение, у выходного отверстия $t_{вых}$, °С.

Результаты измерений сохраняют (см. таблицы В.13, В.14 приложения В).

5.4.1.5 Подготовительный период заканчивается при стабилизации температуры воздуха в помещении (см. 5.2.7, 5.3.6). Фиксируют время установления стабильной температуры (начало и окончание первых 0,5 ч стабилизации).

5.4.2 Основной период испытаний (период проведения контрольных измерений)

5.4.2.1 В основном периоде испытаний через равные промежутки времени продолжительностью не более 5 мин проводят измерения температуры наружного воздуха и температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола.

5.4.2.2 Рекомендуется измерять температуру подаваемого в помещение воздуха для контроля процесса охлаждения (или нагрева) с той же частотой, что и температуру воздуха в помещении.

5.4.2.3 При открывании по производственной необходимости окон и/или дверей (наружных или внутренних дверей в смежное помещение с температурой воздуха, отличной от температуры воздуха в помещении, в котором проводят измерения) последующие измерения проводят не ранее чем через 15 мин после закрывания проемов. Фиксируют время открывания и начала последующих измерений.

5.4.2.4 Регистрируют время начала и окончания периода измерений.

Результаты измерений сохраняют (см. таблицы В.13, В.14 приложения В).

5.5 Обработка результатов испытаний

5.5.1 При проведении испытаний при температуре наружного воздуха по 5.1.2.1, 5.1.3.1, 5.2.1, 5.3.1 значение перепада $\Delta_{ТУ}$, °С, между температурой воздуха в помещении и предельной измеренной температурой наружного воздуха (для оценки систем охлаждения или для оценки систем подогрева) вычисляют по формуле

$$\Delta_{ТУ} = \left| t_{ТУизм}^{нар} - t_{ср}^{помещ} \right|, \quad (18)$$

где $t_{ТУизм}^{нар}$ — температура наружного воздуха в основном периоде испытаний в последнем по времени измерении, °С;

$t_{ср}^{помещ}$ — средняя температура воздуха в помещении в основном периоде испытаний в последнем по времени измерении, °С, вычисляемая по формуле

$$t_{ср}^{помещ} = \frac{\sum_{j=1}^{k} t_j^{помещ}}{k}, \quad (19)$$

где $t_j^{помещ}$ — температура воздуха в j-й точке в основном периоде испытаний в последнем по времени измерении, °С;

k — количество точек измерения (датчиков) температуры воздуха в помещении.

При количестве точек измерения (датчиков) температуры наружного воздуха более одной $t_{ТУизм}^{нар}$ определяется как среднее арифметическое измеренных значений температуры.

5.5.2 При проведении испытаний при температуре наружного воздуха по 5.2.2 значение перепада между температурой воздуха в помещении и максимальной температурой наружного воздуха для теплого периода $\Delta t_{ТУ}$, °С (для оценки систем охлаждения), вычисляют по формуле

$$\Delta t_{ТУ} = \Delta t_{изм} + K_{эф} \left(t_{ТУ}^{нар} - t_{изм}^{нар} \right), \quad (20)$$

где $\Delta t_{изм}$ — перепад между температурой воздуха в помещении и температурой наружного воздуха, °С, вычисляемый по формуле

$$\Delta t_{изм} = \left| t_{ср}^{помещ} - t_{изм}^{нар} \right|, \quad (21)$$

где $t_{ср}^{помещ}$ — средняя температура воздуха в помещении в последнем по времени измерении (в основном периоде испытаний), °С, вычисляемая по формуле (19);

$t_{изм}^{нар}$ — последнее измеренное в основном периоде испытаний значение температуры наружного воздуха, °С;

$t_{ТУ}^{нар}$ — температура наружного воздуха для региона эксплуатации для теплого периода года (в соответствии с ТЗ или ТУ на объект испытаний), °С;

$K_{эф}$ — коэффициент эффективности работы системы охлаждения (установки кондиционирования). Метод определения коэффициента эффективности работы кондиционера приведен в приложении Д.

При проведении испытаний при температуре наружного воздуха по 5.3.2 значение перепада между температурой воздуха в помещении и минимальной температурой наружного воздуха $\Delta t_{ТУ}$, °С (для оценки систем подогрева), определяется по приложению Ж.

Результаты расчетов сохраняют.

5.5.3 При проведении испытаний при температуре наружного воздуха по 5.2.2 или 5.3.2 значение температуры воздуха в помещении на высоте 1500 мм от пола при максимальном и минимальном значениях температуры наружного воздуха $t_{расчет}^{помещ}$, °С, вычисляют по формуле

$$t_{расчет}^{помещ} = \left| \Delta t_{ТУ} - \left| \Delta t_{ТУ}^{нар} \right| \right|. \quad (22)$$

Результаты расчетов сохраняют.

5.5.4 Точность поддержания температуры воздуха в помещении оценивают на основе измеренных в основном периоде испытаний по определению параметров микроклимата значений температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола (в соответствии с 4.6.2.1, 4.6.2.4). Соблюдают условия, указанные в 4.6.1.4.

5.5.4.1 По измеренным по 4.6.2.1 значениям температуры воздуха строят следующие графики зависимости температуры воздуха от времени:

а) для каждой j-й точки измерения:

$$t_j^{1500} = f\left(t_{ji}^{1500}\right), \tag{23}$$

где t_{ji}^{1500} — температура воздуха в помещении на j-м рабочем месте или месте пассажира на высоте 1500 мм в i-й момент времени измерений, °С;

i — порядковый номер измерений на j-м рабочем месте или месте пассажира по времени от начала измерений по 4.6.2.1 с указанной в 4.6.2.1 периодичностью;

j — порядковый номер точки измерения температуры воздуха (минимально необходимое количество точек измерения k — в соответствии с 4.3.8);

б) для помещения в целом:

$$t_{\text{ср}}^{1500} = f\left(t_{\text{ср}i}^{1500}\right), \tag{24}$$

где $t_{\text{ср}i}^{1500}$ — среднее значение температуры воздуха в помещении в i-й момент времени измерений, °С, вычисляемый по формуле

$$t_{\text{ср}i}^{1500} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} t_{ij}^{1500}. \tag{25}$$

По построенному графику зависимости температуры воздуха от времени для каждой j-й точки измерения в основном периоде испытаний [см. перечисление а)], определяют максимальную $t_{\max j}$, °С, и минимальную $t_{\min j}$, °С, температуру воздуха.

По построенному графику зависимости средней температуры воздуха от времени для помещения в основном периоде испытаний [см. перечисление б)] определяют максимальную и минимальную температуру воздуха $t_{\text{ср.max}}$, °С, и $t_{\text{ср.min}}$, °С.

5.5.4.2 Точность поддержания значения температуры воздуха в помещении определяют:

а) как диапазон колебаний температуры воздуха в кабине управления и/или салоне относительно среднего по времени значения в каждой точке измерения Δt_{1j}, °С, и Δt_{2j}, °С, по формулам (26), (27) и в помещении в целом Δt_1, °С, и Δt_2, °С, по формулам (28) и (29):

$$\Delta t_{1j} = t_{\max j} - t_{\text{ср}j}^{1500}, \tag{26}$$

$$\Delta t_{2j} = t_{\min j} - t_{\text{ср}j}^{1500}, \tag{27}$$

$$\Delta t_1 = t_{\text{ср.max}} - t_{\text{ср}}^{1500}, \tag{28}$$

$$\Delta t_2 = t_{\text{ср.min}} - t_{\text{ср}}^{1500}, \tag{29}$$

где $t_{\text{ср}j}^{1500}$ — среднее по времени значение температуры воздуха в j-й точке, вычисляемое в соответствии с 4.7.2.1 по формуле (3);

$t_{\text{ср}}^{1500}$ — среднее значение температуры воздуха в помещении в основном периоде испытаний, °С, вычисляемое по формуле

$$t_{\text{ср}}^{1500} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} t_{\text{ср}j}^{1500}; \tag{30}$$

б) как отклонение среднего значения температуры относительно заданного значения температуры воздуха в помещении по формуле

$$\Delta t_{\text{задан}} = t_{\text{ср}}^{1500} - t_{\text{задан}}, \tag{31}$$

где $t_{\text{задан}}$ — заданное значение температуры воздуха (которое должно автоматически поддерживаться в помещении при работе СКВ).

Результаты расчетов и графические зависимости (см. 5.5.4.1) сохраняют.

В качестве результата принимают значения точности поддержания температуры воздуха в точках по формулам (26) и (27) и для всего помещения по результатам расчетов по формулам (28) и (29).

5.5.4.3 По средним значениям температуры воздуха в помещении t_{cpi}^{1500}, °С, рассчитанным по формуле (25), может быть определен темп (скорость) изменения средней температуры воздуха в помещении. Пример расчета темпа изменения средней температуры приведен в приложении К.

6 Метод испытаний по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемого в помещение»

6.1 Общие положения

6.1.1 Определяемым показателем является количество наружного воздуха, подаваемого в помещение на одного человека.

Для определения указанного показателя наряду с представленным в данном разделе методом допускается применять метод, изложенный в приложении Л.

Эти методы обеспечивают сопоставимость результатов испытаний, полученных при их использовании. В качестве арбитражного следует использовать метод, изложенный в настоящем разделе.

6.1.2 Количество наружного воздуха, подаваемого в помещение, определяют в режимах работы вентиляции, соответствующих наружной температуре:

- ниже минус 20 °С;
- от минус 20 °С до минус 5 °С;
- от минус 5 °С до плюс 26 °С;
- выше 26 °С.

6.1.3 Испытаниям подлежит один образец подвижного состава.

6.1.4 Требования к средствам измерений — по 4.5 (см. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.6, 4.5.7).

6.2 Условия проведения испытаний

6.2.1 Испытания по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемого в помещение» проводят при любой температуре наружного воздуха.

6.2.2 Подвижной состав (объект испытаний) неподвижно устанавливают в закрытом помещении или на открытых железнодорожных путях и организуют доступ к технологическим отверстиям забора наружного воздуха снаружи помещения объекта испытаний для проведения измерений.

6.2.3 Для проведения испытаний должна быть обеспечена работа штатной системы вентиляции в режимах ее эксплуатации, указанных в 6.1.2, с соблюдением требований, установленных в технической документации на объект испытаний для соответствующего температурного режима по производительности системы подачи наружного воздуха. Если подвижной состав оборудован устройствами удаления воздуха, они должны функционировать в штатном режиме. Окна и двери, через которые в помещение может поступать наружный воздух, во время проведения испытаний должны быть закрыты штатным способом.

6.2.4 Испытания проводят при соблюдении условий, приведенных в 4.3.7.

6.2.5 До проведения испытаний уточняется штатное количество обслуживающего персонала (количество пассажиров при расчетной населенности в помещении) в соответствии с технической документацией на объект испытаний.

6.3 Порядок проведения испытаний

6.3.1 Подготовительный период испытаний

6.3.1.1 Исходя из конструктивных особенностей воздухозаборных устройств, расположения и исполнения вентиляционных решеток забора наружного воздуха (с наружной стороны объекта испытаний) в соответствии с приложением М определяют мерные сечения для измерения скоростей движения воздуха [в том числе с применением измерительных коробов (насадок), устанавливаемых на вентиляционные решетки или отверстия забора наружного воздуха]. Измерительный короб должен устанавливаться перпендикулярно к поверхности воздухозаборного устройства, для исключения утечек воздуха место стыка должно быть уплотнено.

6.3.1.2 Проводят измерение площади мерного сечения каждого воздуховода (забора наружного воздуха). Результаты измерений сохраняют.

6.3.1.3 В соответствии с приложением М в каждом мерном сечении определяют точки измерения скорости движения воздуха.

Данные о размещении точек (датчиков) в конкретном испытании сохраняют, нанося их на схему мерного сечения воздуховода (измерительного короба).

6.3.1.4 Снаружи устанавливают средства измерения температуры по 4.3.10.

Измерения проводят однократно для каждого режима работы (см. 6.1.2).

Проверяют соблюдение условий по 6.2.1—6.2.4.

Результаты измерений сохраняют (см. таблицу В.15 приложения В).

6.3.1.5 Включают оборудование, обеспечивающее подачу наружного воздуха, поочередно во всех режимах работы согласно 6.1.2.

6.3.2 Основной период испытаний (период проведения измерений)

6.3.2.1 Регистрируют режим работы системы вентиляции и время начала проведения периода измерений.

6.3.2.2 Измерение скорости движения воздуха в установленных точках каждого мерного сечения проводят не менее трех раз во всех штатных режимах работы вентиляции в соответствии с 6.1.2.

Результаты измерений сохраняют (см. таблицу В.16 приложения В).

6.4 Обработка результатов

6.4.1 Среднее значение скорости движения воздуха в каждом i-м мерном сечении за период измерения в каждом режиме работы системы вентиляции v_{cpi}, м/с, вычисляют по формуле

$$v_{cpi} = \frac{1}{3n}\sum_{j=1}^{n}\left(v_{ij}^{1} + v_{ij}^{2} + v_{ij}^{3}\right), \quad (32)$$

где v_{ij}^{1}, v_{ij}^{2}, v_{ij}^{3} — скорости воздуха в j-й точке на площади i-го мерного сечения в трех измерениях (см. 6.3.2.2), м/с;

n — количество точек измерений скорости движения воздуха в i-м сечении.

Среднее количество наружного воздуха, подаваемого в помещение через каждую i-ю вентиляционную решетку в определенном режиме работы системы вентиляции, L_i, м^3/ч, вычисляют по формуле

$$L_i = 3600 \cdot F_i \cdot v_{cpi}, \quad (33)$$

где F_i — площадь i-го мерного сечения, м^2, соответствующего i-й вентиляционной решетке.

6.4.2 Среднее количество наружного воздуха, подаваемого в помещение на одного человека в определенном режиме работы вентиляции, L, м^3/ч, вычисляют по формуле

$$L = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{k} L_i, \quad (34)$$

где k — количество вентиляционных решеток забора наружного воздуха, подаваемого в помещение;

m — штатное количество обслуживающего персонала (расчетное число пассажиров) в помещении (в соответствии с 6.2.5).

6.4.3 В качестве результата принимают среднее количество наружного воздуха, подаваемого в помещение на одного человека, рассчитанное по формуле (34) для соответствующего режима работы вентиляции (см. 6.1.2).

7 Метод испытаний по определению показателя «подпор (избыточное давление) воздуха в помещениях»

7.1 Общие положения

7.1.1 Определяемым показателем является подпор (избыточное давление) воздуха в помещении относительно наружного Δp, Па, характеризующий отсутствие (наличие) неорганизованного поступления в помещения неочищенного наружного воздуха.

Подпор в помещениях определяют во всех режимах работы вентиляции (по производительности подачи наружного воздуха) в зависимости от наружной температуры (см. 6.1.2).

Примечание — Испытания по определению показателя «подпор (избыточное давление) воздуха в помещении» могут быть проведены совместно с испытаниями по определению показателя количества наружного воздуха, подаваемого в помещение.

7.1.2 Испытаниям подлежит один образец подвижного состава.

7.1.3 Испытания проводят при соблюдении условий, указанных в 6.2.1— 6.2.4.

7.2 Средства измерений

7.2.1 Требования к средствам измерений — по 4.5.1, 4.5.2.

7.2.2 Для измерения подпора (избыточного давления) воздуха в помещении относительно наружного применяют дифференциальные манометры или другую аппаратуру с пределом допускаемой погрешности не более ±1,5 Па в диапазоне измерений не менее чем от 0 до 100 Па и верхним пределом измерения не менее 200 Па.

7.3 Порядок проведения испытаний

7.3.1 Подготовительный период испытаний

7.3.1.1 В помещении размещают приемную дренажную трубку для измерения давления таким образом, чтобы один конец приемной дренажной трубки (для измерения наружного давления) находился снаружи помещения на уровне нижней кромки бокового окна, при этом другой конец трубки (для измерения внутреннего давления в помещении) не должен быть расположен в воздушных потоках, создаваемых оборудованием системы кондиционирования. При проведении испытаний на открытых железнодорожных путях должна быть предусмотрена защита приемной дренажной трубки для измерения наружного давления от воздействия ветра (снаружи) специальными устройствами.

7.3.1.2 Снаружи устанавливают средства измерения температуры по 4.3.10. Измерения проводят однократно для каждого режима работы (см. 6.1.2).

Проверяют соблюдение условий по 6.2.1— 6.2.4.

Результаты измерений сохраняют (см. таблицу В.15 приложения В).

7.3.1.3 Включают оборудование, обеспечивающее подачу наружного воздуха поочередно во всех штатных режимах работы (по производительности подачи наружного воздуха) в зависимости от наружной температуры (см. 6.1.2).

7.3.2 Основной период испытаний (период проведения измерений)

7.3.2.1 Регистрируют режим работы оборудования, обеспечивающего подачу наружного воздуха (режим вентиляции) и время начала периода измерений.

7.3.2.2 Измерение подпора (избыточного давления) воздуха в установленных точках проводят в соответствии с 7.3.1.2 не менее трех раз во всех штатных режимах работы оборудования, обеспечивающего подачу наружного воздуха (см. 7.3.1.3).

Результаты измерений сохраняют (см. таблицу В.17 приложения В).

7.4 Обработка результатов испытаний

Среднее значение подпора (избыточного давления) воздуха в помещении $\Delta p_{ср}$, Па, вычисляют для каждого режима работы вентиляции по формуле

$$\Delta p_{ср} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta p_i, \qquad (35)$$

где Δp_i — измеренный подпор, Па;

n — количество измерений;

i — порядковый номер измерения по времени.

В качестве результата принимают среднее значение подпора (избыточного давления) воздуха в каждом режиме, рассчитанное по формуле (35).

8 Методы испытаний по определению показателей работы оборудования системы кондиционирования воздуха в режимах дежурного обогрева и дежурного охлаждения

8.1 Общие положения

8.1.1 Определяемым показателем работы СКВ в режимах дежурного обогрева и дежурного охлаждения является температура воздуха в помещении (температура дежурного обогрева и температура дежурного охлаждения).

8.1.2 Испытаниям подлежит один образец подвижного состава.

8.1.3 Требования к средствам измерений — по 4.5 (см. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.6, 4.5.7).

8.2 Условия проведения испытаний

8.2.1 Испытания по определению температуры дежурного обогрева проводят при температуре наружного воздуха от 0 °С и ниже, по определению температуры дежурного охлаждения — в солнечную погоду при температуре наружного воздуха от 26 °С и выше.

Примечание — Солнечная погода — состояние атмосферы, при котором отсутствуют облака, закрывающие солнце, небо — ясное либо малооблачное.

8.2.2 Подвижной состав (объект испытаний) неподвижно устанавливают:

- для определения температуры дежурного обогрева — на открытых железнодорожных путях (в холодный период года) или в климатической камере (или холодильной камере);
- для определения температуры дежурного охлаждения — на открытых путях (в теплый период года) или в климатической камере (или тепловой камере).

8.2.3 При проведении испытаний в климатической камере имитацию солнечного излучения (инсоляции) проводят с использованием оборудования по 4.5.10, в тепловой камере испытания проводят с имитирующей солнечное излучение тепловой нагрузкой в соответствии с приложением Е.

8.2.4 Для проведения испытаний должна быть обеспечена работа штатной СКВ в соответствующем режиме (дежурного обогрева или дежурного охлаждения).

При отказе системы или неисправности ее элементов, иных нарушениях установленных режимов функционирования испытания должны быть прекращены, причины должны быть зафиксированы документально (в акте, протоколе).

8.2.5 Испытания проводят при соблюдении условий, приведенных в 4.3.7, 4.3.11.

8.3 Порядок проведения испытаний

8.3.1 В помещении устанавливают средства измерений (датчики) температуры воздуха на уровне 1500 мм от пола.

Расположение точек измерения температуры воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С:

- в помещениях объемом более 15 м^3 (кабины, пассажирские салоны, служебные и бытовые помещения) — в центрах не менее чем трех поясов (в начале, середине и конце помещения);
- в кабинах и служебных помещениях объемом до 15 м^3, в бытовых помещениях объемом до 15 м^3 — в одной точке в центре помещения.

Данные о размещении средств измерений (датчиков) сохраняют.

8.3.2 В соответствии с 4.3.10 снаружи устанавливают средства измерений температуры наружного воздуха $t^{нар}$, °С. Проверяют соблюдение условий по 8.2.1. Результаты измерений сохраняют.

8.3.3 Включают СКВ в режиме дежурного обогрева или в режиме дежурного охлаждения.

8.3.4 Проводят измерения температуры воздуха в одной точке в центре помещения на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С, с периодичностью не реже чем через 1 мин до выхода на режим дежурного обогрева или охлаждения. О выходе на режим свидетельствует стабилизация температуры воздуха в помещении — отсутствие непрерывного изменения температуры в одном направлении (снижения или повышения) в течение не менее 15 мин.

Продолжительность измерений при стабилизации температуры в точках по 8.3.1:

- не менее 0,5 ч с периодичностью не реже чем через 1 мин;
- не менее 1 ч с периодичностью не реже чем через 5 мин.

Результаты измерений сохраняют.

8.3.5 При открывании по производственной необходимости окон и дверей, через которые в помещение может поступать наружный воздух, последующие измерения проводят не ранее чем через 15 мин после закрывания проемов. Фиксируют время открывания и начала последующих измерений.

8.3.6 Регистрируют время начала и окончания периода измерений.

Результаты измерений сохраняют.

8.4 Обработка результатов испытаний

8.4.1 Среднее значение температуры наружного воздуха за период измерений $t_{ср}^{нар}$, °С, определяют согласно 4.7.1 по формуле (2).

8.4.2 Среднее значение температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола $t_{ср}^{1500}$, °С, в режиме дежурного обогрева и режиме дежурного охлаждения вычисляют по формуле

$$t_{ср}^{1500} = \frac{\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(t_{ij}^{1500}\right)}{n}\right]}{m}, \quad (36)$$

где i — порядковый номер измерений по времени за период стабилизации (в m точках);

n — число измерений по времени за период стабилизации (в m точках);

j — порядковый номер точки измерения;

m — число точек измерения;

t_{ij}^{1500} — температура воздуха в j-й точке помещения в i-й момент времени.

В качестве результата принимают среднее значение температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола, рассчитанное по формуле (36).

9 Методы испытаний по определению показателей работы оборудования системы кондиционирования воздуха в режиме предварительного обогрева и предварительного охлаждения

9.1 Общие положения

9.1.1 Определяемыми показателями являются время предварительного обогрева и время предварительного охлаждения помещения.

Время предварительного обогрева (охлаждения) — это промежуток времени, в течение которого воздух в помещении нагревается (охлаждается) от заданной (определяемой условиями эксплуатации подвижного состава) начальной температуры $t^{нач}$, °С, до температуры, соответствующей нормативным значениям для соответствующего периода года $t^{норм}$, °С.

Значение заданной начальной температуры воздуха в помещении $t^{нач}$, °С, определяется требованиями, указанными в нормативных документах [в части, касающейся предварительного обогрева (охлаждения)], и/или в технической документации на объект испытания.

9.1.2 Испытаниям подлежит один образец подвижного состава.

9.1.3 Требования к средствам измерений — по 4.5 (см. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.6, 4.5.7).

9.2 Условия проведения испытаний

9.2.1 Испытания по определению показателя «время предварительного обогрева помещения» проводят при отрицательной температуре наружного воздуха, значение которой не выше значения заданной начальной температуры воздуха в помещении, по определению показателя «время предварительного охлаждения помещения» — при температуре наружного воздуха, значение которой равно или выше значения заданной начальной температуры воздуха в помещении.

9.2.2 Подвижной состав (объект испытаний) неподвижно устанавливают:

- для определения времени предварительного обогрева — на открытых железнодорожных путях (на стоянке) или в климатической камере (или холодильной камере);
- для определения времени предварительного охлаждения — на открытых путях (на стоянке) в солнечную погоду или в климатической камере (или тепловой камере).

9.2.3 При проведении испытаний в климатической камере имитацию солнечного излучения (инсоляции) проводят с использованием оборудования по 4.5.10, в тепловой камере испытания проводят с имитирующей солнечное излучение тепловой нагрузкой в соответствии с приложением Е.

9.2.4 Испытания проводят при соблюдении условий, приведенных в 4.3.7, 4.3.11.

9.3 Порядок проведения испытаний

9.3.1 В помещении устанавливают средства измерений (датчики) температуры воздуха на уровне 1500 мм от пола.

Расположение точек измерения температуры воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С:

- в помещениях объемом более 15 м^3 (кабины, пассажирские салоны, служебные и бытовые помещения) — в центрах не менее чем трех поясов (в начале, середине и конце помещения);

- в кабинах и служебных помещениях объемом до 15 м^3, в бытовых помещениях объемом до 15 м^3 — в одной точке в центре помещения.

Данные о размещении средств измерений (датчиков) сохраняют.

9.3.2 В соответствии с 4.3.10 снаружи устанавливают средства измерений температуры наружного воздуха $t^{нар}$, °С. Проверяют соблюдение условий по 9.2.1. Результаты измерений сохраняют.

9.3.3 Проводят измерения температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола в точках по 9.3.1. Рекомендуемая периодичность измерений — не реже чем через 1 мин. Фиксируют время, при котором значение средней температуры воздуха в помещении достигло значения заданной начальной температуры $t^{нач}$.

9.3.4 Включают СКВ на полную мощность:

- при проведении испытаний по определению времени предварительного обогрева — в режиме обогрева;

- при проведении испытаний по определению времени предварительного охлаждения — в режиме охлаждения.

При отказе системы или неисправности ее элементов, иных нарушениях установленных режимов функционирования испытания должны быть прекращены, причины должны быть зафиксированы документально (в акте, протоколе).

9.3.5 Проводят измерения температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С, с периодичностью не реже чем через 1 мин в точках по 9.3.1.

Не допускается открывание окон и дверей обогреваемого (охлаждаемого) помещения, в котором проводят измерения.

Примечание — Рекомендуется измерять температуру подаваемого в помещение воздуха для контроля процесса охлаждения (или нагрева) с той же частотой, что и температуру воздуха в помещении.

9.3.6 Фиксируют время, при котором значение средней температуры воздуха в помещении [см. формулу (37)] достигло значения, соответствующего нормативному значению для соответствующего периода года $t^{норм}$.

Результаты измерений сохраняют.

9.4 Обработка результатов испытаний

9.4.1 Среднее значение температуры воздуха в помещении на уровне 1500 мм от пола в i-м измерении $t_{ср i}^{1500}$, °С, вычисляют по формуле

$$t_{ср i}^{1500} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \left(t_{ji}^{1500} \right)}{m}, \qquad (37)$$

где j — порядковый номер точки измерения;

m — число точек измерения;

i — порядковый номер измерения по времени;

t_{ji}^{1500} — температура воздуха в j-й точке помещения в i-й момент времени.

9.4.2 Время предварительного обогрева (охлаждения) τ, мин, вычисляют по формуле

$$\tau = \tau^{норм} - \tau^{нач}, \qquad (38)$$

где $\tau^{норм}$ — зафиксированный момент времени (см. 9.3.6), при котором средняя температура воздуха в помещении достигла значения, соответствующего нормативному значению температуры для соответствующего периода года $\left(t_{ср i}^{1500} = t^{норм} \right)$;

$\tau^{нач}$ — зафиксированный момент времени (см. 9.3.3), при котором средняя температура воздуха в помещении достигла значения заданной начальной температуры $t_{ср i}^{1500} = t^{нач}$.

В качестве результата принимают время предварительного обогрева (охлаждения), рассчитанное по формуле (38).

10 Оформление результатов испытаний

Результаты испытаний оформляют в виде протокола испытаний, который должен содержать следующую информацию:

- основание для проведения испытаний [номер договора и его реквизиты (дата заключения, с кем заключен) или номер иного документа и его реквизиты];
- наименование объекта испытаний, его заводской (бортовой) номер, дата выпуска;
- наименование завода — изготовителя объекта испытаний;
- вид и цель испытаний;
- наименования определяемых при испытаниях показателей, нормативные значения показателей и сведения о документе, содержащем эти значения (требования);
- наименование настоящего стандарта (со ссылками на используемые разделы и пункты); обозначение и/или наименование иного документа, содержащего методику проведения испытаний;
- место и дату проведения испытаний;
- перечень средств измерений, испытательного оборудования, использованных для проведения испытаний (наименование, завод-изготовитель, заводской или инвентарный номер, сведения о поверке или аттестации);
- условия проведения испытаний (режимы работы и скорость движения подвижного состава, режимы работы системы кондиционирования, параметры наружной среды и внутренней среды помещений);
- расположение (схему) точек измерения в помещениях (см. 4.6.1.1, 5.4.1.1, 6.3.1.3, 8.3.2, 9.3.2);
- характеристики оборудования СКВ;
- результаты испытаний с указанием фактических значений показателей, полученных при проведении испытаний, на основании которых выполняют оценку соответствия подвижного состава нормативным требованиям;
- наименование организации, проводящей испытания;
- дату составления протокола.

11 Требования безопасности при проведении испытаний

11.1 К проведению испытаний допускают работников, прошедших обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда. Обучение по охране труда, включая проведение инструктажей участников испытаний, а также проверку знаний требований охраны труда осуществляют в соответствии с нормативными документами, действующими на территории государства, принявшего стандарт*.

Все работы по подготовке и проведению испытаний должны проводиться работниками под непосредственным руководством и контролем руководителя (ответственного исполнителя) испытаний.

Во время проведения испытаний работники должны соблюдать требования охраны труда и правила внутреннего трудового распорядка, установленные в организации, на территории которой проводятся испытания.

11.2 Работы с использованием вспомогательного оборудования проводят при выполнении требований безопасности, указанных в руководстве по его эксплуатации.

11.3 Применяемое электрооборудование должно относиться к классу защиты от поражения электрическим током I или II по ГОСТ 12.2.007.0.

11.4 При установке оборудования и проведении измерений система освещения должна работать в штатном режиме.

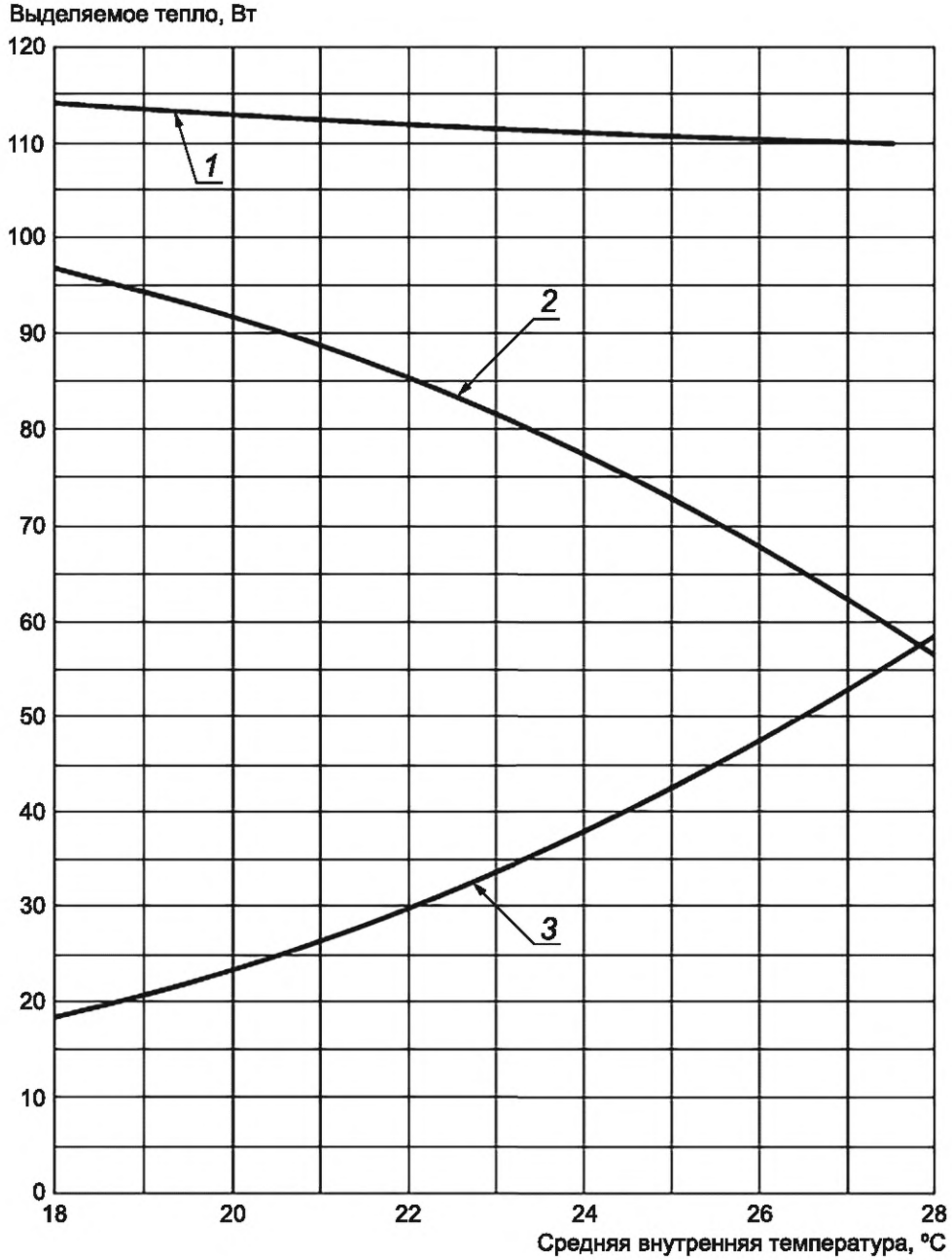
* В Российской Федерации действуют Правила обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 г. № 2464.

Приложение А
(обязательное)

Определение тепловой нагрузки, имитирующей тепловыделение людей, находящихся в помещении подвижного состава

А.1 Значения тепловой нагрузки, имитирующей тепловыделение людей, определяют в соответствии с рисунком А.1.

Значения тепловой нагрузки, имитирующей влажное (скрытое) тепло (влаговыделение от человека), могут быть определены в соответствии с таблицей А.1



1 — общее тепло; *2* — физическое (явное или ощутимое) тепло; *3* — влажное (скрытое) тепло

Рисунок А.1 — Значения тепловыделения человека (в обычной одежде и в состоянии покоя)

Таблица А.1— Значения влаговыделения от человека (в состоянии покоя)

Температура воздуха в помещении, °С (средние значения)	Влаговыделение от одного человека *d*, кг/ч
15	0,035
20	0,040
25	0,062
30	0,094
35	0,15

Приложение Б
(рекомендуемое)

Размещение точек измерения параметров микроклимата

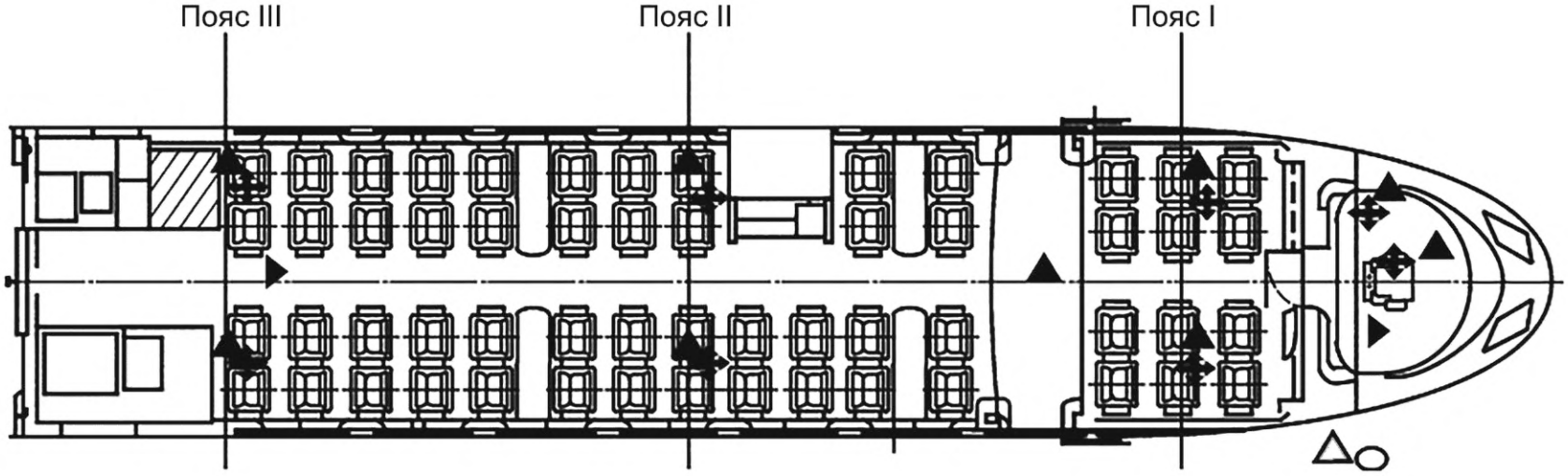
Б.1 До начала испытаний уточняют схему точек измерения показателей, необходимых для определения параметров микроклимата в помещении с учетом его объема и конфигурации, размещения оборудования, расположения и исполнения ограждающих поверхностей и теплоизолирующих конструкций, размещения в помещении выходных отверстий подачи воздуха оборудования охлаждения и воздушного отопления.

Примечание — Схемы размещения в помещении точек измерения показателей микроклимата в теплый и холодный периоды года указывают в программе-методике испытаний.

Б.2 Примеры схем размещения точек измерения показателей микроклимата в теплый период для различных типов помещений приведены на рисунках Б.1—Б.6.

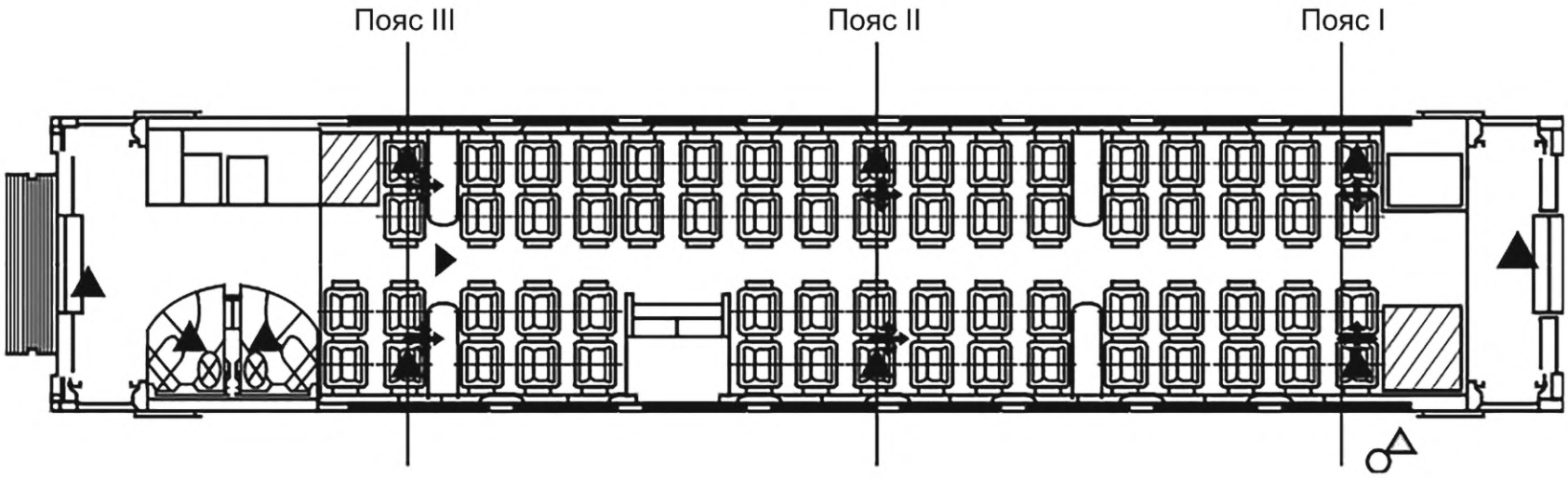
Примеры схем размещения точек измерения показателей микроклимата в холодный период для различных типов помещений приведены на рисунках Б.7—Б.12.

Рекомендуемые схемы размещения точек измерения показателей микроклимата в кабине машиниста локомотива и кабине управления движением СПС аналогичны схеме размещения точек измерения в кабине машиниста МВПС (см. рисунки Б.1 и Б.7).



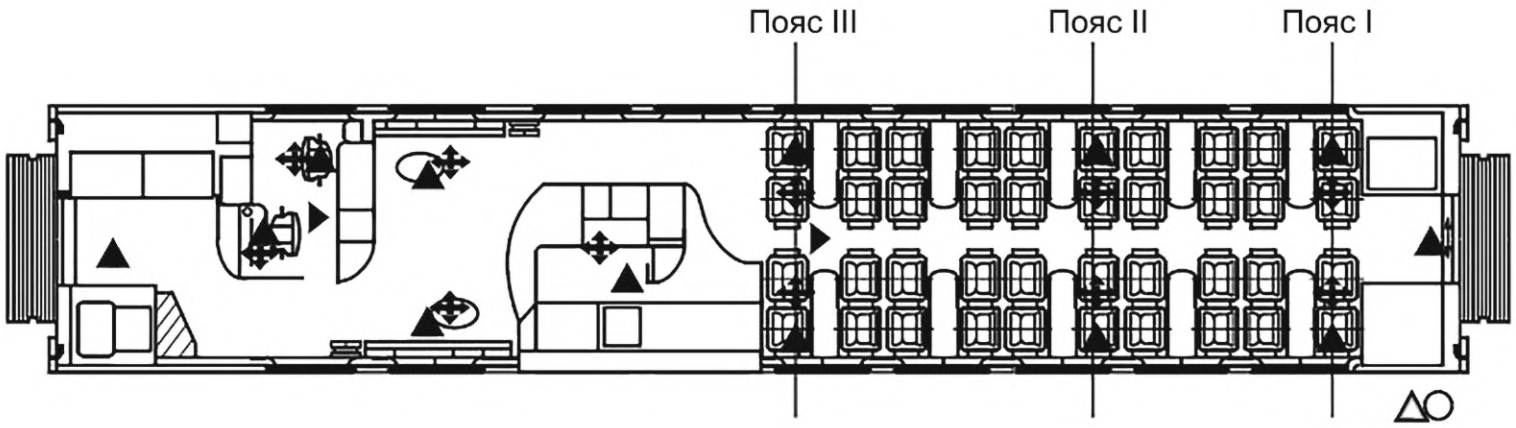
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ⬭ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура охлажденного воздуха, подаваемого в помещение, $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.1 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для теплого периода года в кабине и салоне головного вагона МВПС



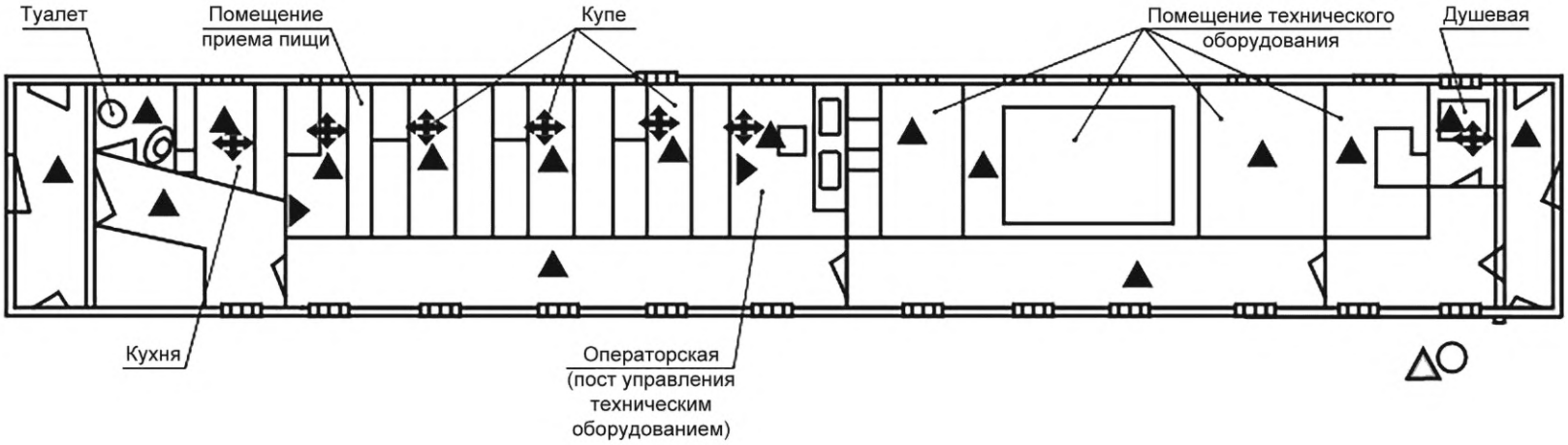
▲ — температура t^{1500} °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ⬭ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура охлажденного воздуха, подаваемого в помещение, $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.2 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для теплого периода года в прицепном вагоне МВПС



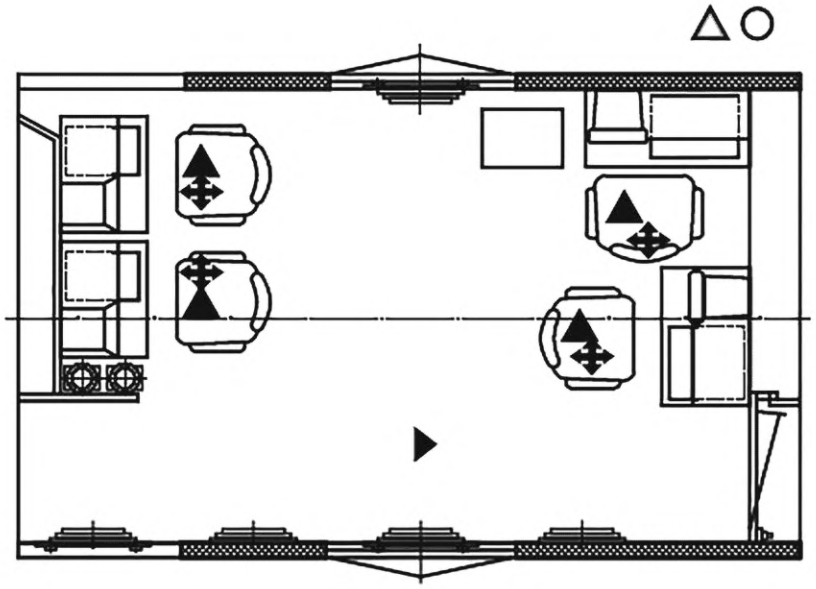
▲ — температура t^{1500} °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ○ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура охлажденного воздуха, подаваемого в помещение, $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.3 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для теплого периода года в прицепном вагоне МВПС (вагон-ресторан)



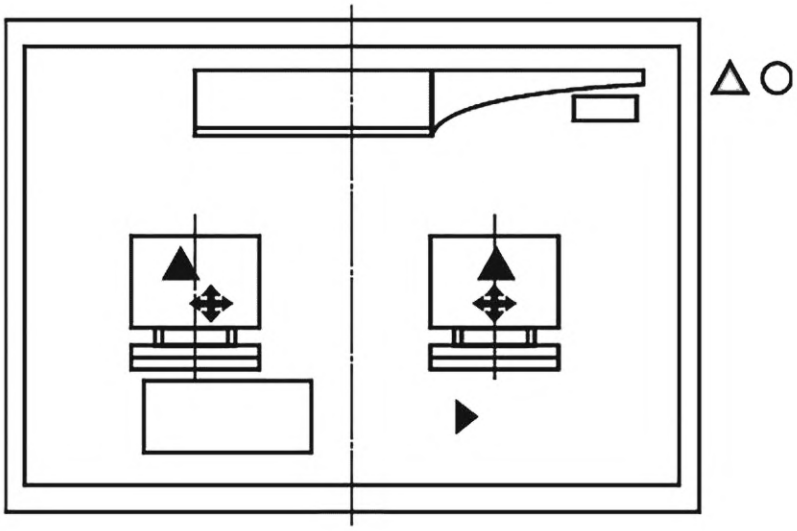
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ○ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура охлажденного воздуха, подаваемого в помещение, $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.4 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для теплого периода года в помещениях вагона СПС



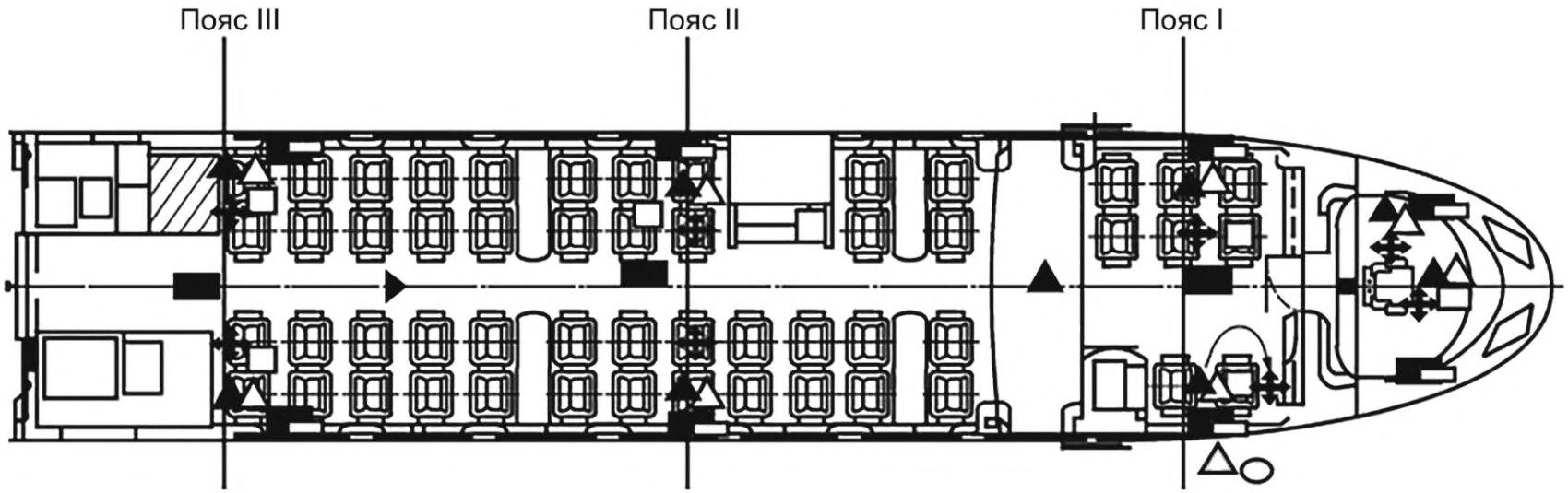
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола *v*, м/с; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ○ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура охлажденного воздуха, подаваемого в помещение, $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.5 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для теплого периода года в операторской СПС



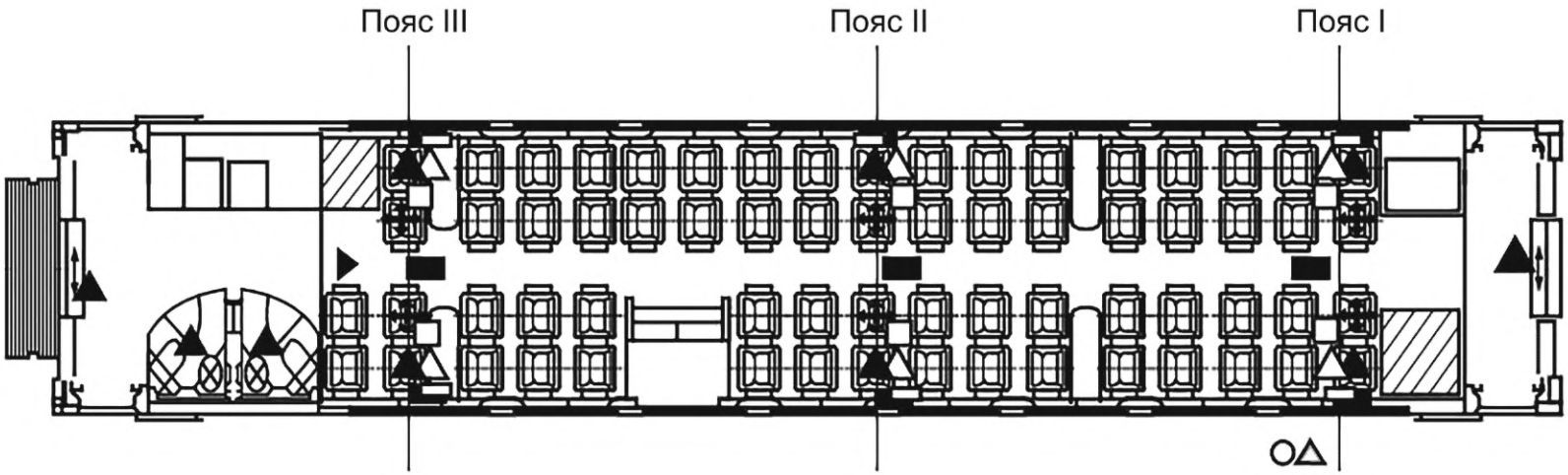
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола *v*, м/с; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ○ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура охлажденного воздуха, подаваемого в помещение, $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.6 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для теплого периода года в технологической кабине СПС



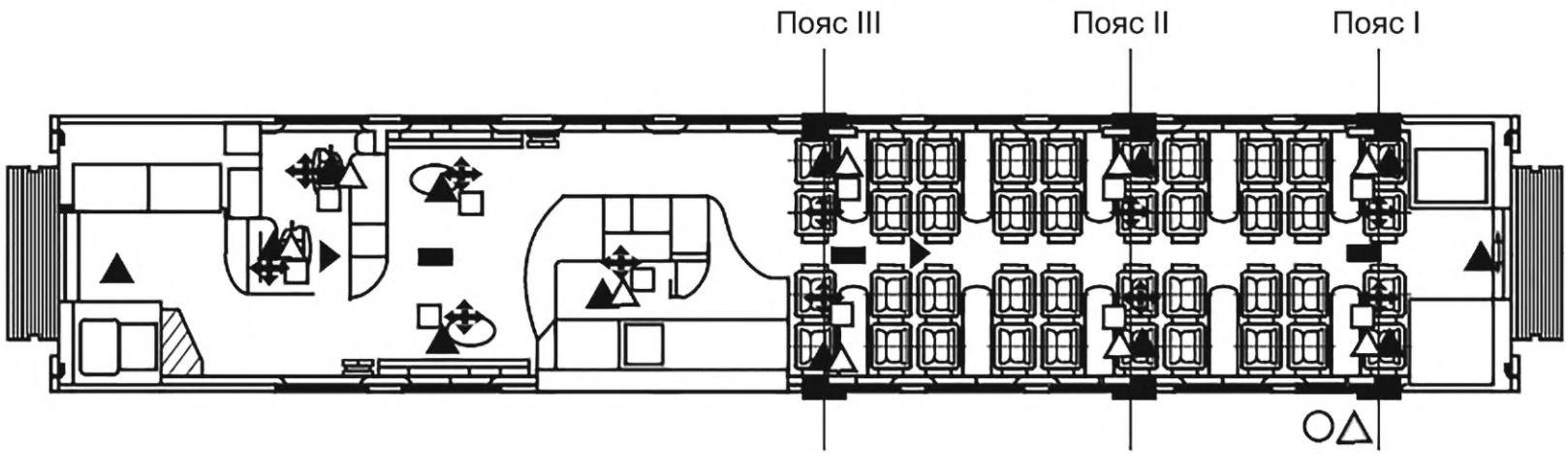
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; △ — температура воздуха на уровне 150 мм от пола t^{150}, °С; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; ■ — температура поверхностей ограждений помещения $t^{ст}$, $t^{потол}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей); □ — температура пола $t^{пол}$, °С; ▭ — температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения $t^{в.огр}$, °С; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ⬭ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура нагретого воздуха, подаваемого в помещение, в плоскости выходного отверстия оборудования воздушного отопления $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.7 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для холодного периода года в головном вагоне



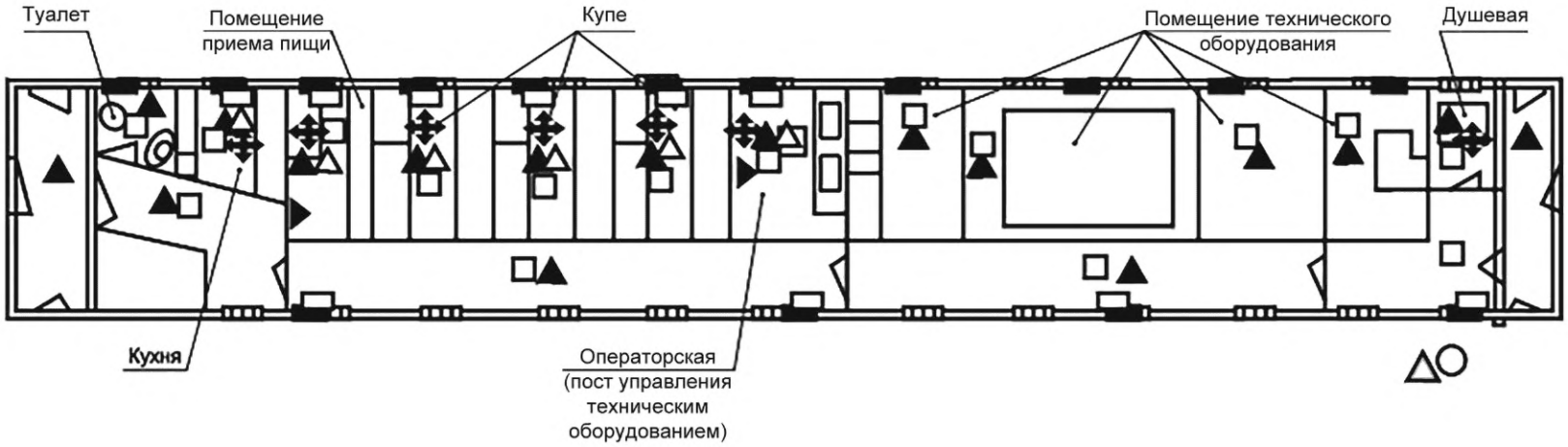
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; △ — температура воздуха на уровне 150 мм от пола t^{150}, °С; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; ■ — температура поверхностей ограждений помещения $t^{ст}$, $t^{потол}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей); □ — температура пола $t^{пол}$, °С; ▭ — температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения $t^{в.огр}$, °С; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ○ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура нагретого воздуха, подаваемого в помещение, в плоскости выходного отверстия оборудования воздушного отопления $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.8 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для холодного периода года в прицепном вагоне



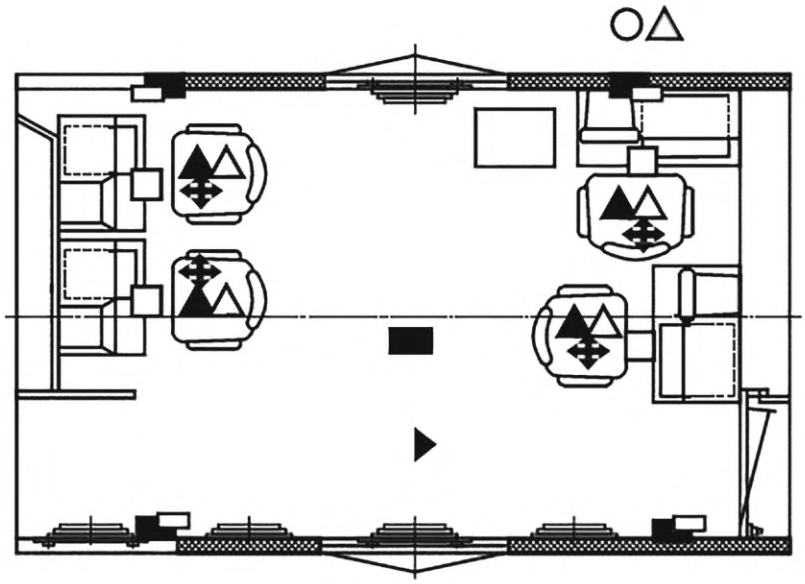
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; △ — температура воздуха на уровне 150 мм от пола t^{150}, °С; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; ■ — температура поверхностей ограждений помещения $t^{ст}$, $t^{потол}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей); □ — температура пола $t^{пол}$, °С; ▭ — температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения $t^{в.огр}$, °С; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ⬭ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура нагретого воздуха, подаваемого в помещение, в плоскости выходного отверстия оборудования воздушного отопления $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.9 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для холодного периода года в прицепном вагоне-ресторане МВПС



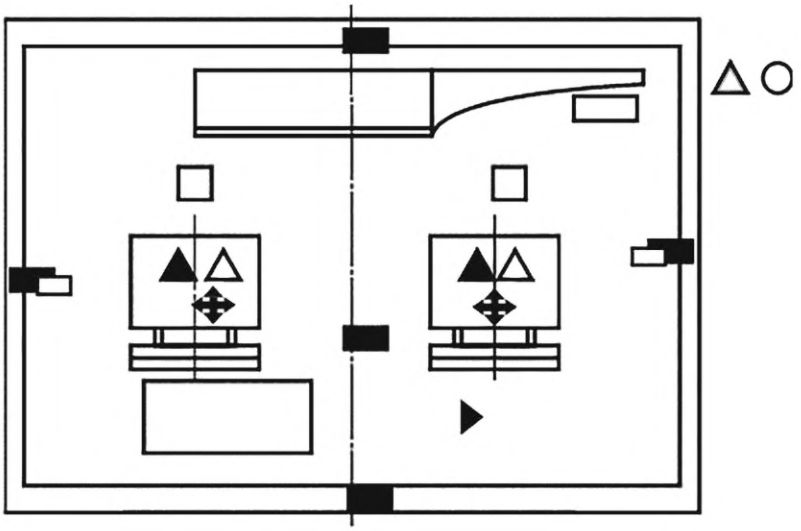
▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; △ — температура воздуха на уровне 150 мм от пола t^{150}, °С; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; ■ — температура поверхностей ограждений помещения $t^{ст}$, $t^{потол}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей); □ — температура пола $t^{пол}$, °С; ▭ — температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения $t^{в.огр}$, °С; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ⬭ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура нагретого воздуха, подаваемого в помещение, в плоскости выходного отверстия оборудования воздушного отопления $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.10 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для холодного периода года в помещениях вагона СПС



▲ — температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола; △ — температура воздуха на уровне 150 мм от пола t^{150}, °С; ✥ — скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола v, м/с; ■ — температура поверхностей ограждений помещения $t^{ст}$, $t^{потол}$, °С; □ — температура пола $t^{пол}$, °С; ▭ — температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения $t^{в.огр}$, °С; △ — температура наружного воздуха (по 4.3.10) $t^{нар}$, °С; ○ — относительная влажность наружного воздуха (по 4.3.10) φ, %; ▶ — температура нагретого воздуха, подаваемого в помещение, в плоскости выходного отверстия оборудования воздушного отопления $t_{вых}$, °С

Рисунок Б.11 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для холодного периода года в операторской СПС



Примечание — Условные обозначения — по рисунку Б.11.

Рисунок Б.12 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для холодного периода года в технологической кабине СПС

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма записи результатов измерений в испытаниях по определению параметров микроклимата и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата

Таблица В.1 — Результаты измерения температуры и влажности наружного воздуха

Время измерения, ч/мин	Температура наружного воздуха, °С	Относительная влажность наружного воздуха, %
	Подготовительный период испытаний	
	Основной период испытаний	
	Результаты в таблицах В.4—В.7	
Среднее значение		$\varphi_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\varphi_i$, % (см. 4.7.1)

Таблица В.2 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха в помещении объемом более 15 м^3 при проведении испытаний в теплый период года

Время измерения, ч/мин	Скорость движения объекта испытаний, км/ч	Температура наружного воздуха, °С	Температура воздуха в помещении на высоте 1500 мм, °С						Температура на выходе из технологического отверстия раздачи воздуха кондиционера, °С
			Правая сторона			Левая сторона			
			пояс I	пояс II	пояс III	пояс I	пояс II	пояс III	
Подготовительный период испытаний									
	Система автоматического поддержания температуры воздуха в помещении установлена на + …..°С								
Основной период (период проведения измерений)									
Среднее значение температуры на каждом месте измерения (в салонах — на местах размещения пассажиров)		$t_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}t_i^{нар}$	$t_{ср1}^{1500}$	$t_{ср2}^{1500}$	$t_{ср3}^{1500}$	$t_{ср4}^{1500}$	$t_{ср5}^{1500}$	$t_{ср6}^{1500}$	

Таблица В.3 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха в помещении объемом не более 15 м^3 (кабины, служебные и бытовые помещения) при проведении испытаний в теплый период года

Время измерения ч/мин	Скорость движения объекта испытаний, км/ч	Температура наружного воздуха, °С	Температура воздуха в помещении на высоте 1500 мм, °С			Температура на выходе из технологического отверстия раздачи воздуха кондиционера, °С
			Место измерения 1 (для кабины — рабочее место машиниста)	Место измерения 2 (для кабины — рабочее место помощника)	Место измерения 3	
Подготовительный период испытаний						
	Система автоматического поддержания температуры воздуха в помещении установлена на + ...°С					
Основной период (период проведения измерений)						
Среднее значение температуры		$t_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i^{нар}$	$t_{ср1}^{1500}$	$t_{ср2}^{1500}$	$t_{ср3}^{1500}$	

Таблица В.4 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха в помещении объемом более 15 м^3 при проведении испытаний в холодный период года

Время измерения, ч/мин	Скорость движения объекта, км/ч	Температура наружного воздуха, °С	Температура воздуха, °С		Перепад температуры, °С	Температура воздуха, °С		Перепад температуры, °С	Температура воздуха, °С		Перепад температуры, °С
			1500 мм	150 мм	1500/150 мм	1500 мм	150 мм	1500/150 мм	1500 мм	150 мм	1500/150 мм
			Правая сторона								
			пояс I			пояс II			пояс III		
Подготовительный период испытаний											
Система автоматического поддержания температуры воздуха в помещении установлена на + …..°С											
Основной период (период проведения измерений)											
Среднее значение температуры на каждом месте измерения (в салонах — на местах размещения пассажиров)		$t_{ср}^{нар}$	$t_{ср1}^{1500}$		$\Delta t_{ср1}^{h}$	$t_{ср2}^{1500}$		$\Delta t_{ср2}^{h}$	$t_{ср3}^{1500}$		$\Delta t_{ср3}^{h}$

Окончание таблицы В.4

Время измерения, ч/мин	Температура воздуха, °С		Перепад температуры, °С	Температура воздуха, °С		Перепад температуры, °С	Температура воздуха, °С		Перепад температуры, °С	Температура воздуха на выходе из технологического отверстия раздачи воздуха оборудования воздушного отопления, °С
	1500 мм	150 мм	1500/150 мм	1500 мм	150 мм	1500/150 мм	1500 мм	150 мм	1500/150 мм	
	Левая сторона									
	пояс I			пояс II			пояс III			
Подготовительный период испытаний										
Система автоматического поддержания температуры воздуха в помещении установлена на + …..°С										
Основной период (период проведения измерений)										
Среднее значение температуры на каждом месте измерения (в салонах — на местах размещения пассажиров)	$t_{ср4}^{1500}$		$\Delta t_{ср4}^{h}$	$t_{ср5}^{1500}$		$\Delta t_{ср5}^{h}$	$t_{ср6}^{1500}$		$\Delta t_{ср6}^{h}$	

Таблица В.5 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха в помещении объемом не более 15 м^3 (кабины, служебные и бытовые помещения) при проведении испытаний в холодный период года

Время измерения, ч/мин	Скорость движения объекта, км/ч	Температура наружного воздуха, °С	Место измерения 1 (рабочее место машиниста)			Место измерения 2 (рабочее место помощника)			Температура на выходе из технологического отверстия раздачи воздуха оборудования отопления, °С	Перепад температуры воздуха по горизонтали (по ширине кабины) на высоте 1500 мм от пола $\Delta t^{ш}$, °С
			температура воздуха на высоте, °С		перепад температуры по высоте 1500/150 мм, °С	температура воздуха на высоте, °С		перепад температуры по высоте 1500/150 мм, °С		
			1500 мм	150 мм		1500 мм	150 мм			
Подготовительный период испытаний										
	Система автоматического поддержания температуры воздуха в помещении установлена на + …..°С									
	Основной период (период проведения измерений)									
Среднее значение температуры на каждом месте измерения (на каждом рабочем месте)		$t_{ср}^{нар}$	$t_{ср1}^{1500}$		$\Delta t_{ср1}^{h}$	$t_{ср2}^{1500}$		$\Delta t_{ср2}^{h}$		Среднее значение перепада температуры воздуха по ширине $\Delta t_{ср}^{ш}$ (см. 4.7.2.5)

Таблица В.6 — Результаты измерения и расчетов относительной влажности воздуха в помещении

Время измерения, ч/мин	Относительная влажность воздуха в помещении, %								
	Объемом не более 15 м^3			Объемом более 15 м^3					
	Место измерения 1	Место измерения 2	Место измерения 3	Правая сторона			Левая сторона		
				пояс I	пояс II	пояс III	пояс I	пояс II	пояс III
	Основной период (период проведения измерений)								
Среднее значение φ_{cpi}^{1500} (см. 4.7.2.2)									

Таблица В.7— Результаты измерения и расчетов скорости движения воздуха в помещении объемом более 15 м^3

Время (период) измерений, ч/мин	Скорость движения воздуха, м/с					
	Правая сторона			Левая сторона		
	пояс I	пояс II	пояс III	пояс I	пояс II	пояс III
	Основной период (период проведения измерений)					
Среднее значение скорости движения воздуха на каждом месте измерения (в салонах — на местах размещения пассажиров), м/с (см. 4.7.2.3) $v_{cpj} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} v_{ij}$	$v_{ср1}$	$v_{ср2}$	$v_{ср3}$	$v_{ср4}$	$v_{ср5}$	$v_{ср6}$

Таблица В.8 — Результаты измерения и расчетов скорости движения воздуха в помещении объемом не более 15 м^3

Время измерений, ч/мин	Скорость движения воздуха, м/с			
	Место измерения 1	Место измерения 2	Место измерения 3	Место измерения 4
	Основной период (период проведения измерений)			
Среднее значение скорости движения воздуха на каждом месте измерения, м/с (см. 4.7.2.3) $v_{cpj} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} v_{ij}$	$v_{ср1}$	$v_{ср2}$	$v_{ср3}$	$v_{ср4}$

Таблица В.9 — Результаты расчетов перепадов температуры воздуха в помещении при проведении испытаний в холодный период года

Порядковый номер измерения по времени	Перепад температуры воздуха по горизонтали (по ширине помещения) $\Delta t^{ш}$, °С			Перепад температуры воздуха по горизонтали (по длине помещения) $\Delta t^{l}_{ср}$, С	
	Пояс I	Пояс III	Пояс III	Правая сторона	Левая сторона
	$\Delta t^{ш}_{ср1}$	$\Delta t^{ш}_{ср2}$	$\Delta t^{ш}_{ср3}$	$\Delta t^{l(прав)}_{ср}$	$\Delta t^{l(лев)}_{ср}$
	Среднее значение перепада температуры воздуха по ширине помещения для каждого пояса (см. 4.7.2.5)			Среднее значение перепада температуры воздуха по длине помещения для каждой стороны (см. 4.7.2.4)	

Таблица В.10 — Результаты измерения и расчетов температуры поверхности ограждений (пол, стены, граничащие с наружным воздухом) в помещении при проведении испытаний в холодный период года

Поверхность ограждения																			
Боковая правая стена							Боковая левая стена							Пол					
Время измерения, ч/мин	Температура ограждения, °С			Температура воздуха на расстоянии 150 мм, °С	Перепад между температурами ограждения и воздуха, °С		Время измерения, ч/мин	Температура ограждения, °С			Температура воздуха на расстоянии 150 мм, °С	Перепад между температурами ограждения и воздуха, °С		Время измерения, ч/мин	Температура ограждения, °С	Температура воздуха на расстоянии 150 мм, °С	Перепад между температурами ограждения и воздуха, °С	
	на высоте от пола, мм	измеренное значение	среднее значение[1]		в i-й момент времени	среднее значение[2]		на высоте от пола, мм	измеренное значение	среднее значение[1]		в i-й момент времени	среднее значение[2]				в i-й момент времени	среднее значение
	Основной период (период проведения измерений)																		
	600							600							Место измерения 1				
	1000							1000											
															Место измерения 2				
	1500							1500											
	600							600							Место измерения 3				
	1000							1000											
															Место измерения 4				
	1500							1500											
	600							600							Место измерения 5				
	1000							1000											
															Место измерения 6				
	1500							1500											

[1] Среднее значение температуры ограждения — см. 4.7.2.7.

[2] Среднее значение перепада между температурой ограждения (в каждой точке на плоскости) и температурой воздуха в 150 мм от ограждения $\Delta t_{cpj}^{огр}$ (см. 4.7.2.10).

Среднее значение температуры пола в каждой точке измерения (см. 4.7.2.9)

Таблица В.11 — Результаты измерений и расчетов температуры поверхности ограждений (потолок, торцевые стены, не граничащие с наружным воздухом) в помещении при проведении испытаний в холодный период года

Время измерения, ч/мин	Поверхность ограждения	
	Торцевая стена	Потолок
	Температура ограждения, °С	Температура ограждения, °С
	Основной период (период проведения измерений)	
	Среднее значение температуры ограждения помещения (торцевых стен) $\Delta t_{срj}^{торц.стен}$ (см. 4.7.2.8)	Среднее значение температуры ограждения помещения (потолка) $\Delta t_{срj}^{потол}$ (см. 4.7.2.8)

Таблица В.12 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха, подаваемого в зону размещения ног обслуживающего персонала в помещении при проведении испытаний в холодный период года

Время измерения, ч/мин	Температура воздуха, подаваемая в зону размещения ног, °С	Температура поверхности нагревательных приборов и температура нагреваемых поверхностей, °С
	Основной период (период проведения измерений)	
	Среднее значение температуры нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног, $t_{ср}^{ног}$ (см. 4.7.2.11)	Среднее значение температуры поверхности нагревательных приборов и температура нагреваемых поверхностей $t_{ср}^{поверх}$ (см. 4.7.2.12)

Таблица В.13 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха в помещении объемом более 15 м^3 при проведении испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата

Время измерения, ч/мин	Скорость движения объекта испытаний, км/ч	Температура наружного воздуха, °С	Температура воздуха в помещении на высоте 1500 мм, °С						Температура воздуха, подаваемого в помещение у выходного отверстия, °С
			Правая сторона			Левая сторона			
			пояс I	пояс II	пояс III	пояс I	пояс II	пояс III	
Подготовительный период испытаний									
Основной период (период проведения измерений)									
Средняя температура			$t_{ср}^{помещ}$ — средняя температура воздуха в помещении в последнем по времени измерении, °С (см. 5.5.1)						

Таблица В.14 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха в помещении объемом не более 15 м^3 (кабины, служебные и бытовые помещения) при проведении испытаний по определению эффективности системы обеспечения микроклимата

Время измерения, ч/мин	Скорость движения объекта испытаний, км/ч	Температура наружного воздуха, °С	Температура воздуха в помещении на высоте 1500 мм, °С		Температура воздуха в плоскости сечения выходного отверстия кондиционера (или отопителя) °С
			Рабочее место (машиниста)	Рабочее место (помощника)	
Подготовительный период испытаний					
Основной период (период проведения измерений)					
Средняя температура		$t_{ср}^{помещ}$ — средняя температура воздуха в помещении в последнем по времени измерении, °С (см. 5.5.1)			

Таблица В.15 — Результаты измерений температуры при проведении испытаний по определению количества наружного воздуха и подпора в помещении

Время измерения, ч/мин	Температура наружного воздуха, °С
Среднее значение температуры	$t_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i^{нар}$

Таблица В.16 — Результаты измерений скорости движения воздуха и расчета площади мерных сечений воздуховодов

Время измерения, ч/мин	Скорость движения воздуха v, м/с			Размеры сечения			Площадь сечения F, м^2
				длина, м	ширина, м	диаметр, м	
Среднее значение скорости движения воздуха	$v_{ср i} = \frac{1}{3n}\sum_{j=1}^{n}\left(v_{ij}^1 + v_{ij}^2 + v_{ij}^3\right)$, м/с (см. 6.4.1)						

Таблица В.17 — Результаты измерений подпора (избыточного давления) воздуха в помещении относительно наружного, Δp, Па

Время измерения, ч/мин	Подпор (избыточное давление) воздуха в помещении относительно наружного Δp, Па		
Среднее значение подпора (избыточного давления) воздуха	$\Delta p_{ср} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta p_i$, Па (см. 7.4)		

Приложение Г
(рекомендуемое)

Метод оценки комфортности теплового режима в пассажирских помещениях железнодорожного подвижного состава

Г.1 Суть метода

Настоящий метод, разработанный в развитие расчетного метода определения комфортности теплового режима*, применяют с целью оценки действующих и прогнозируемых систем обеспечения микроклимата, разработки мер по совершенствованию этих систем, повышения комфортности условий проезда пассажиров, в том числе с учетом целевого назначения, планируемой классности (комфортности) пассажирских помещений. Метод позволяет прогнозировать оценки пассажирами различных микроклиматических ситуаций в разные сезоны года.

Для прогноза используют данные, полученные при проведении испытаний по определению параметров микроклимата (а также выдвигаемые в качестве требований к параметрам микроклимата в пассажирских помещениях при разработке нового подвижного состава или модернизации существующего).

Прогноз основывается на определении показателей *PMV* (*Predicted Mean Vote*) и *PPD* (*Predicted Percentage Dissatisfied*).

Показатель *PMV* является прогнозируемой средней оценкой, характеризующей среднее значение чувствительности к температуре (теплоощущения) большой группы людей. Среднее значение теплоощущения оценивается на основе баланса температуры тела человека по 7-балльной шкале в диапазоне от –3 до +3 (см. таблицу Г.1). Значению балльной оценки «-3» соответствует теплоощущение «холодно», а значению «+3» — «жарко». Значение «0» выражает нейтральное ощущение. Между этими оценками находятся оценки «прохладно», «немного прохладно» и «немного тепло», «тепло».

Показатель *PPD* характеризует прогнозируемый процент недовольных температурой внутренней среды пассажиров, т. е. людей, которым слишком тепло или холодно [что соответствует оценкам «жарко», «тепло», «прохладно», «холодно» (см. таблицу Г.1)].

Таблица Г.1 — Шкала теплоощущений

Показатель *PMV* (баллы)	Ощущения человека
+3	Жарко
+2	Тепло
+1	Немного тепло
0	Нейтрально
–1	Немного прохладно
–2	Прохладно
–3	Холодно

Г.2 Определение показателя *PMV*

На основе уравнений, описывающих балансные соотношения между теплопродукцией человека и его суммарными теплопотерями [уравнений, устанавливающих связь между физической активностью человека, теплоизоляцией его одежды, температурой воздуха, средним тепловым излучением (температурой ограждений), скоростью движения и влажностью воздуха и др.] выведены формулы (Г.1) — (Г5) для расчета *PMV* в закрытых помещениях.

Для применения этих формул при прогнозных оценках комфортности теплового режима в пассажирских помещениях железнодорожного подвижного состава, т. е. для расчета значений *PMV* и *PPD* применительно к указанным условиям, определены следующие значения исходных данных:

- скорость обмена веществ (теплопродукция) *M* среднестатистического пассажира весом 70 кг, ростом 1,7 м составляет 66 Вт/ м^2;
- эффективная механическая энергия (физическая активность сидящего пассажира) *W*, Вт/м^2, равна нулю;
- средний коэффициент теплоизоляции одежды пассажира I_{cl}, м^2 · К/Вт, в зимний период составляет 2,5 кло, а в летний 0,6 кло (1 кло = 0,155 м^2 · К/Вт).

Показатель *PMV* рассчитывают по формуле

* В Российской Федерации метод представлен в ГОСТ Р ИСО 7730—2009 «Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта».

$$PMV = [0{,}303 \cdot \exp(-0{,}036M) + 0{,}028] \cdot (M - W) - 3{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6{,}99 \cdot (M - W) - p_a] -$$
$$- 0{,}42 \cdot [(M - W) - 58{,}15] - 1{,}7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0{,}0014M \cdot (34 - t_a) - \quad (Г.1)$$
$$- 3{,}96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{c1} \cdot [(t_{c1} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{c1} \cdot h_c \cdot (t_{c1} - t_a),$$

где M — скорость обмена веществ, Вт/ м^2;

W — эффективная механическая энергия (физическая активность человека), Вт/м^2;

t_a — температура воздуха в помещении, °С;

$\bar{t}_r$ — средняя температура излучения, °С;

f_{c1} — коэффициент площади поверхности одежды, определяемый по формуле

$$f_{c1} = \begin{cases} 1{,}0 + 1{,}29 \cdot I_{c1}, & \text{если } I_{c1} \le 0{,}078 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \\ 1{,}05 + 0{,}645 \cdot I_{c1}, & \text{если } I_{c1} > 0{,}078 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{cases}, \quad (Г.2)$$

где I_{c1} — коэффициент теплоизоляции одежды, м^2 · К/Вт;

h_c — коэффициент конвективного теплообмена, Вт/(м^2 · К), определяемый по формуле

$$h_c = \begin{cases} 2{,}38 \cdot |t_{c1} - t_a|^{0{,}25}, & \text{если } 2{,}38 \cdot |t_{c1} - t_a| > 12{,}1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12 \cdot \sqrt{v_{ar}}, & \text{если } 2{,}38 \cdot |t_{c1} - t_a| < 12{,}1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases}, \quad (Г.3)$$

где v_{ar} — скорость движения воздуха в помещении, м/с;

t_{c1} — температура поверхности одежды, °С, вычисляемая по формуле

$$t_{c1} = 35{,}7 - 0{,}028 \cdot (M - W) - I_{c1} \cdot \{3{,}96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{c1} \cdot [(t_{c1} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{c1} \cdot h_c \cdot (t_{c1} - t_a)\}, \quad (Г.4)$$

p_a — парциальное давление водяного пара в помещении, Па, вычисляемое по формуле

$$p_a = \varphi \cdot 10 \exp\left(16{,}6536 - \frac{4030{,}183}{t_a + 235}\right), \quad (Г.5)$$

где φ — относительная влажность воздуха в помещении, %.

Расчет *PMV* с округлением до десятичных знаков (в таблице Г.1 приведены целые значения) позволит осуществить более тонкую градацию теплоощущений.

Комфортная зона соответствует значению индексов *PMV* от –0,5 до +0,5.

Для пожилых людей и инвалидов (купе для инвалидов) следует использовать при расчетах более низкий уровень теплопродукции (не более 58 Вт/м^2), а для инвалидов, находящихся в инвалидных колясках, учитывать показатель теплоизоляции инвалидной коляски (0,1 — 0,2 кло).

Примечания

1 Для пожилых людей и лиц с ограниченными физическими возможностями важно, чтобы температура окружающей среды была строго ограничена и максимально близка к верхней границе комфортной зоны (0<*PMV*<0,5).

2 Задавая значение *PMV*=0, сочетания активности пассажиров, характеристик одежды, можно прогнозировать параметры среды, которые обеспечивают комфортные (термонейтральные) тепловые ощущения в помещениях с разным целевым назначением.

Г.3 Определение показателя *PPD*

Прогнозируемый процент недовольных данной тепловой средой пассажиров, *PPD*, %, рассчитывают на основе показателя *PMV* по формуле

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0{,}03353 \cdot PMV^4 - 0{,}2179 \cdot PMV^2). \quad (Г.6)$$

Приложение Д
(обязательное)

Метод определения коэффициента эффективности работы системы охлаждения для оценки температуры воздуха в помещении, обеспечиваемой системой охлаждения при максимальной температуре наружного воздуха для теплого периода года

Д.1 Для определения коэффициента эффективности работы системы охлаждения $K_{эф}$ проводят не менее двух-трех циклов испытаний в соответствии с 5.2.2—5.2.7 и 5.4 при различных значениях наружных температур, которые должны быть выше плюс 26 °С и отличаться друг от друга на 5 °С — 10 °С, на стоянке на отрытых железнодорожных путях в период максимальной солнечной активности (12—16 ч местного времени), в отсутствие облачности и осадков.

Д.2 Для каждого цикла по результатам испытаний вычисляют измеренный перепад между температурой воздуха в помещении и температурой наружного воздуха

$$\Delta t_{изм i} = t^{нар}_{изм i} - t^{помещ}_{ср i}, \quad (Д.1)$$

где $t^{нар}_{изм i}$ — последнее измеренное в основном периоде испытаний в i-м цикле значение температуры наружного воздуха, °С;

i — порядковый номер цикла испытаний;

$t^{помещ}_{ср i}$ — средняя температура воздуха в помещении в последнем по времени измерении (в основном периоде испытаний) в каждом i-м цикле, °С.

При количестве точек измерения (датчиков) температуры наружного воздуха более одной $t^{нар}_{изм i}$ определяют как среднее арифметическое измеренных в каждой точке значений температуры.

Д.3 При допущении линейной зависимости температуры воздуха в помещении от наружной температуры коэффициент эффективности работы системы кондиционирования $K_{эфф}$ вычисляют по формуле

$$K_{эфф} = \frac{1}{D}\sum_{i=1}^{n}\left(t^{нар}_{изм i} - t^{нар}_{ср}\right)\cdot \Delta t_{изм i}, \quad (Д.2)$$

где n — количество циклов испытаний при различных наружных температурах;

$t^{нар}_{ср}$ — средняя температура наружного воздуха при проведении n циклов, вычисляемая по формуле

$$t^{нар}_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t^{нар}_{изм i}}{n}, \quad (Д.3)$$

$$D = \sum_{i=1}^{n}\left(t^{нар}_{изм i} - t^{нар}_{ср}\right)^2. \quad (Д.4)$$

Приложение Е
(рекомендуемое)

Проведение испытаний по определению эффективности системы отопления (охлаждения) в тепловой (холодильной) камере

Е.1 Под тепловой камерой понимается камера, способная создать частичную имитацию внешней тепловой нагрузки (в части сухого тепла).

Е.2 Температура в тепловой камере должна соответствовать максимальной температуре наружного воздуха для теплого периода года.

Е.3 Испытания проводят с тепловой нагрузкой $Q_{тепл}$, Вт. Имитируемая тепловая нагрузка учитывает тепловыделения:

- от людей, находящихся в помещении $Q_{людей}$, Вт;
- от оборудования (учитывается суммарно тепло, поступающее в помещение от поездного оборудования при максимальной температуре наружного воздуха и максимальной скорости движения, заданной в ТЗ или ТУ на объект испытаний) $Q_{оборуд}$, Вт;
- от проникновения солнечных лучей через изделия остекления из расчета мощности солнечного облучения 800 Вт/м^2 облучаемой поверхности, если иное не указано в ТУ, ТЗ, $Q_{свет}$, Вт;
- от дополнительно передаваемого тепла через нагретые солнцем поверхности, из расчета мощности солнечного облучения 800 Вт/м^2 облучаемой поверхности, если иное не указано в ТУ, ТЗ, $Q_{поверхн}$, Вт.

Тепловую нагрузку $Q_{тепл}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{тепл} = Q_{людей} + Q_{оборуд} + Q_{свет} + Q_{поверхн}. \quad (Е.1)$$

Е.4 Имитируемая тепловая нагрузка от людей $Q_{людей}$, Вт, — по 4.3.4.3 и приложению А (см. рисунок А.1). Количество людей — по 4.3.4.4.

Имитируемая тепловая нагрузка от людей, в части влажного тепла (см. 4.5.9) $d_{влаг}$, кг/ч, может быть определена по приложению А (см. таблицу А.1).

Е.5 Имитируемую тепловую нагрузку от оборудования принимают равной значению, указанному в технической документации на объект испытания.

Е.6 Имитируемую тепловую нагрузку от проникновения солнечных лучей через изделия остекления $Q_{свет}$, Вт, определяют для лобового стекла по формуле (Е.2), для боковых стекол — по формуле (Е.3)

$$Q_{свет} = 800 \cdot \cos(15) F_{свет.лоб} \cdot K_{свет.лоб}, \quad (Е.2)$$

$$Q_{свет} = 800 \cdot \cos(30) F_{свет.бок} \cdot K_{свет.бок}, \quad (Е.3)$$

где $F_{свет.лоб}$ — суммарная площадь лобового остекления, облучаемая солнцем, м^2;

$K_{свет.лоб}$ — общий коэффициент светопропускания лобового изделия остекления (принимают равным величине, указанной в паспорте для данного вида изделия остекления);

$F_{свет.бок}$ — суммарная площадь бокового остекления, облучаемая солнцем, м^2;

$K_{свет.бок}$ — общий коэффициент светопропускания бокового изделия остекления.

Примечание — Формулы (Е.2) и (Е.3) отражают основные варианты остекления: вариант вертикального остекления боковых стекол и угла наклона лобового стекла 15°. В общем случае применяют формулу

$$Q_{свет} = \theta \cdot \cos(30 - \alpha) \cdot \sum_{i=1}^{n} (F_{свет\ i} \cdot K_{свет\ i}), \quad (Е.4)$$

где α — угол наклона плоскости стекла по отношению к вертикальной плоскости;

i — порядковый номер рассматриваемого участка остекления, облучаемого солнцем;

$F_{свет\ i}$ — суммарная площадь остекления для i-го участка, м^2;

$K_{свет\ i}$ — общий коэффициент светопропускания остекления для i-го участка.

Е.7 Имитируемую тепловую нагрузку $Q_{поверхн}$, Вт, от дополнительно передаваемого тепла через нагретые солнцем поверхности, из расчета мощности солнечного облучения 800 Вт/м^2, определяют для боковой поверхности кузова по формуле (Е.5), для крыши по формуле (Е.6), по всей поверхности по формуле (Е.7)

$$Q_{поверхн1} = K_{ср} \cdot F_{бок.лов} \cdot 18, \quad (Е.5)$$

$$Q_{поверхн2} = K_{ср} \cdot F_{крыши} \cdot 11, \quad (Е.6)$$

$$Q_{поверхн} = Q_{поверхн1} + Q_{поверхн2}, \quad (Е.7)$$

где $K_{ср}$ — средний коэффициент теплопередачи ограждений помещения, Вт/(м^2·°С);

$F_{бок.лов}$ — суммарная площадь боковой поверхности кузова, облучаемая солнцем, м^2;

$F_{крыши}$ — суммарная площадь поверхности крыши, облучаемая солнцем, м^2.

Примечание — Формулы (Е.4) и (Е.5) приведены с учетом того, что боковая поверхность кузова вертикальна, крыша горизонтальна, коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения 0,65, мощность солнечного облучения 800 Вт/м^2, коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности 25 Вт/(м^2·°С), теплоизоляция облучаемых поверхностей одинакова и равномерна.

В общем случае применяют формулу

$$Q_{поверхн} = \frac{1}{\alpha_н} p \cdot \theta \cdot \cos(30 - \alpha) \cdot \sum_{i=1}^{n} \left(F_{поверхн\ i} \cdot K_i \right), \quad (Е.8)$$

где i — порядковый номер рассматриваемого участка поверхности ограждения кузова, облучаемой солнцем;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности, Вт/(м^2·°С);

p — коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения;

θ — мощность солнечного облучения, Вт/м^2;

α — угол наклона плоскости ограждения по отношению к вертикальной плоскости;

$F_{поверхн\ i}$ — площадь поверхности кузова i-го участка, м^2;

K_i — коэффициент теплопередачи поверхности ограждения для i-го участка, Вт/(м^2·°С).

Е.8 Имитируемая тепловая нагрузка должна быть максимально распределена по объему помещения.

Е.9 Под холодильной камерой понимается камера, способная создать полную либо частичную имитацию внешней нагрузки по холоду в части низких отрицательных температур.

Е.10 При проведении испытаний в холодильной камере тепловыделения пассажиров не учитываются и не имитируются.

Е.11 Система отопления должна работать в ручном режиме с возможностью установки максимальной положительной температуры в помещении и отключения систем защиты от перегрева.

Е.12 Обработку результатов испытаний осуществляют в соответствии с приложением Ж.

Приложение Ж
(обязательное)

Корректирующий расчет по определению показателей эффективности системы отопления при минимальной температуре наружного воздуха в холодный период года

Ж.1 Для проведения расчета используют результаты испытаний по определению среднего коэффициента теплопередачи ограждений помещения $K_{ср}$, Вт/(м^2·°С), и температурного коэффициента герметичности $H_{\Delta t}$, 1/(ч·°С).

Примечание — Средний коэффициент теплопередачи ограждений помещения и температурный коэффициента герметичности определяют по ГОСТ 33661.

Ж.2 Для определения задействованной тепловой мощности при проведении испытаний для отопительной группы с подачей наружного воздуха рассчитывают следующие величины.

Тепловую мощность для нагрева подаваемого наружного воздуха $Q_{вент}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{вент} = 0{,}36L \cdot \Delta t_{изм}, \quad (Ж.1)$$

где L — общее количество наружного воздуха, подаваемого в помещение, м^3/ч (см. раздел 6);

$\Delta t_{изм}$ — измеренный перепад между температурой воздуха в помещении и температурой наружного воздуха, °С, вычисляемый по формуле

$$\Delta t_{изм} = t_{ср}^{помещ} - t_{изм}^{нар}, \quad (Ж.2)$$

где $t_{ср}^{помещ}$ — средняя температура воздуха в помещении в основном периоде испытаний в последнем по времени измерении, °С (см. 5.5.1);

$t_{изм}^{нар}$ — температура наружного воздуха в основном периоде испытаний в последнем по времени измерении, °С.

При количестве точек измерения (датчиков) температуры наружного воздуха более одной $t_{изм}^{нар}$ определяется как среднее арифметическое измеренных в каждой точке значений температуры.

Тепловую мощность для компенсации теплопотерь через теплоограждающие поверхности $Q_{огражд}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{огражд} = K_{ср} \cdot F \cdot \Delta t_{изм}, \quad (Ж.3)$$

где F — суммарная наружная площадь теплоограждающих поверхностей, м^2.

Суммарную тепловую мощность, задействованную при испытании данной отопительной группы Q_1, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_1 = Q_{вент1} + Q_{огражд}. \quad (Ж.4)$$

Ж.3 Для определения задействованной тепловой мощности при проведении испытаний для отопительной группы без подачи наружного воздуха рассчитывают следующие величины.

Тепловую мощность для нагрева инфильтрационного воздуха $Q_{инф}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{инф} = 0{,}36H_{\Delta t} \cdot V \cdot (\Delta t_{изм})^2, \quad (Ж.5)$$

где V — объем помещения, м^3.

Тепловую мощность для компенсации теплопотерь через теплоограждающие поверхности вычисляют по формуле (Ж.3).

Суммарную тепловую мощность, задействованную при испытании данной отопительной группы, Q_2, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_2 = Q_{инф} + Q_{огражд}. \quad (Ж.6)$$

Ж.4 Суммарную фактическую тепловую мощность системы $Q_{факт}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{факт} = \sum_{i=1}^{n} Q_i, \quad (Ж.7)$$

где n — количество автономных отопительных групп системы отопления в помещении.

Ж.5 Коэффициент теплопередачи для предельных условий эксплуатации объекта испытаний $K_{ТУ}$ (минимальная температура наружного воздуха для холодного периода года и конструкционная скорость движения в соответствии с ТЗ или ТУ), Вт/(м^2·°С), вычисляют по формуле

$$K_{ТУ} = \frac{1}{\frac{1}{8{,}7} + \left(\frac{1}{K_{ср}} - 0{,}2\right) + \frac{1}{5{,}6 + 3{,}9v_{конст}^2}}, \quad (Ж.8)$$

где $v_{конст}$ — конструкционная скорость движения объекта испытаний (по ТЗ или ТУ), м/с.

Ж.6 Требуемую тепловую мощность для компенсации теплопотерь через теплоограждающие поверхности для предельных условий эксплуатации объекта испытаний $Q_{\text{огражд. ТУ}}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{огражд. ТУ}} = K_{\text{ТУ}} \cdot F \cdot \Delta t^{\text{н}}_{\text{ТУ}}, \quad (\text{Ж.9})$$

где $\Delta t^{\text{н}}_{\text{ТУ}}$ — минимальный перепад температуры, заданный в ТЗ или ТУ, °С (относительно средней нормативной температуры в помещении), вычисляемый по формуле

$$\Delta t^{\text{н}}_{\text{ТУ}} = t^{\text{помещ}}_{\text{ТУ}} - t^{\text{нар}}_{\text{ТУ}}, \quad (\text{Ж.10})$$

где $t^{\text{помещ}}_{\text{ТУ}}$ — средняя нормативная температура воздуха в помещении при минимальной температуре наружного воздуха для холодного периода года, °С;

$t^{\text{нар}}_{\text{ТУ}}$ — минимальная температура наружного воздуха для холодного периода года, °С.

Ж.7 Требуемую тепловую мощность для нагрева поступающего наружного воздуха, Вт, вычисляют по одной из формул (Ж.11) — (Ж.13):

- при использовании температурного коэффициента герметичности $H_{\Delta t}$ и количества наружного воздуха, подаваемого в помещение при минимальной температуре наружного воздуха для холодного периода года на стоянке (для кабин):

$$Q_{\text{вент.ТУ}} = 0{,}36 \cdot (K_v \cdot H_{\Delta t} \cdot V \cdot \Delta t^2_{\text{ТУ}} + L \cdot \Delta t_{\text{ТУ}}), \quad (\text{Ж.11})$$

где K_v — безразмерный коэффициент, учитывающий дополнительное проникновение инфильтрационного воздуха через неплотности лобовой поверхности кабины, возникающее в результате давления воздуха набегающего потока, численное значение которого определяется как $\sqrt[3]{v_{\text{конст}}}$;

- при использовании температурного коэффициента герметичности $H_{\Delta t}$, и количества наружного воздуха, подаваемого в помещение при минимальной температуре наружного воздуха для холодного периода года на стоянке (для салонов):

$$Q_{\text{вент.ТУ}} = 0{,}36 \cdot (H_{\Delta t} \cdot V \cdot \Delta t^2_{\text{ТУ}} + L \cdot \Delta t_{\text{ТУ}}); \quad (\text{Ж.12})$$

- при использовании количества наружного воздуха $L^{\text{констр}}$, м^3/ч, подаваемого в помещение при минимальной температуре наружного воздуха для холодного периода года и конструкционной скорости объекта испытаний (для любых помещений):

$$Q_{\text{вент.ТУ}} = 0{,}36 \cdot (L^{\text{констр}} \cdot \Delta t_{\text{ТУ}}), \quad (\text{Ж.13})$$

где $L^{\text{констр}}$ — количество наружного воздуха, поступающего в помещение при работающей штатной системе вентиляции и предельных условиях эксплуатации объекта испытаний, м^3/ч. Испытания по определению данного коэффициента проводят согласно приложению К.

Ж.8 Требуемую отопительную мощность системы для предельных температурных условий эксплуатации объекта испытаний, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{ТУ}} = \sum (Q_{\text{огражд.ТУ}} + Q_{\text{вент.ТУ}}). \quad (\text{Ж.14})$$

Ж.9 Перепад температуры для предельных условий эксплуатации объекта испытаний, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta t_{\text{ТУ}} = \frac{Q_{\text{факт}} \cdot \Delta t^{\text{н}}_{\text{ТУ}}}{Q_{\text{ТУ}}}. \quad (\text{Ж.15})$$

Ж.10 Расчет температуры внутренней поверхности ограждений (пол, боковые стенки, граничащие с наружным воздухом) для предельных температурных условий

Температуру ограждения помещения для предельных температурных условий $t^{\text{огр}}_{\text{ТУ}}$, °С, рассчитывают по результатам испытаний по определению параметров микроклимата в холодный период по формуле

$$t^{\text{огр}}_{\text{ТУ}} = t^{\text{в.огр}} - \frac{\left(t^{\text{в.огр}} - t^{\text{нар}}_{\text{ТУ}}\right) \cdot \left(t^{\text{в.огр}} - t^{\text{огр}}\right)}{t^{\text{в.огр}} - t^{\text{нар}}}, \quad (\text{Ж.16})$$

где $t^{\text{в.огр}}$ — измеренная температура воздуха в 150 мм от точки измерения температуры соответствующего ограждения, °С;

$t^{\text{нар}}_{\text{ТУ}}$ — минимальная температура наружного воздуха для холодного периода года, °С;

$t^{\text{огр}}$ — измеренная температура ограждения (стенки), °С;

$t^{\text{нар}}$ — измеренная температура наружного воздуха, °С.

Ж.11 Перепад между температурой ограждения, граничащего с наружным воздухом, и температурой воздуха в 150 мм от него $\Delta t^{\text{огр}}_{\text{ТУ}}$, °С, для предельных температурных условий определяют по формуле

$$\Delta t_{ТУ}^{огр} = t^{в.огр} - t_{ТУ}^{огр}, \quad (Ж.17)$$

где $t^{в.огр}$ — измеренная температура воздуха в 150 мм от точки измерения температуры соответствующего ограждения во время проведения испытаний по определению параметров микроклимата в холодный период, °С;

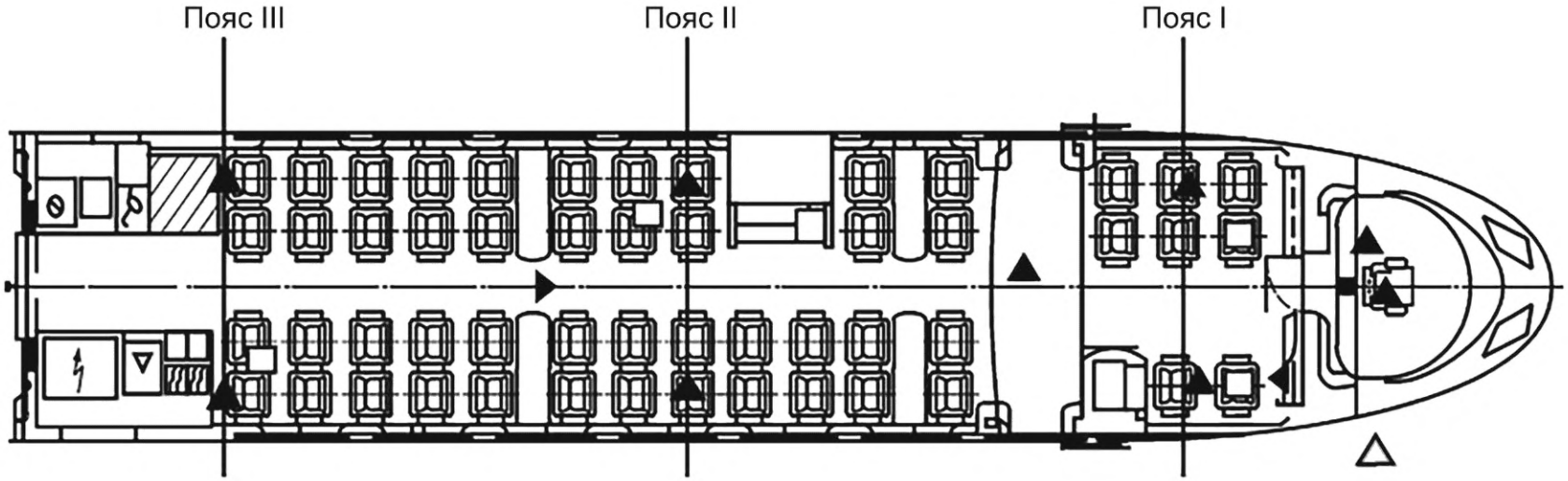
$t_{ТУ}^{огр}$ — расчетная температура ограждения, определяемая по формуле (Ж.10), °С.

Приложение И
(рекомендуемое)

Размещение точек измерения при проведении испытаний по определению показателей эффективности систем обеспечения микроклимата

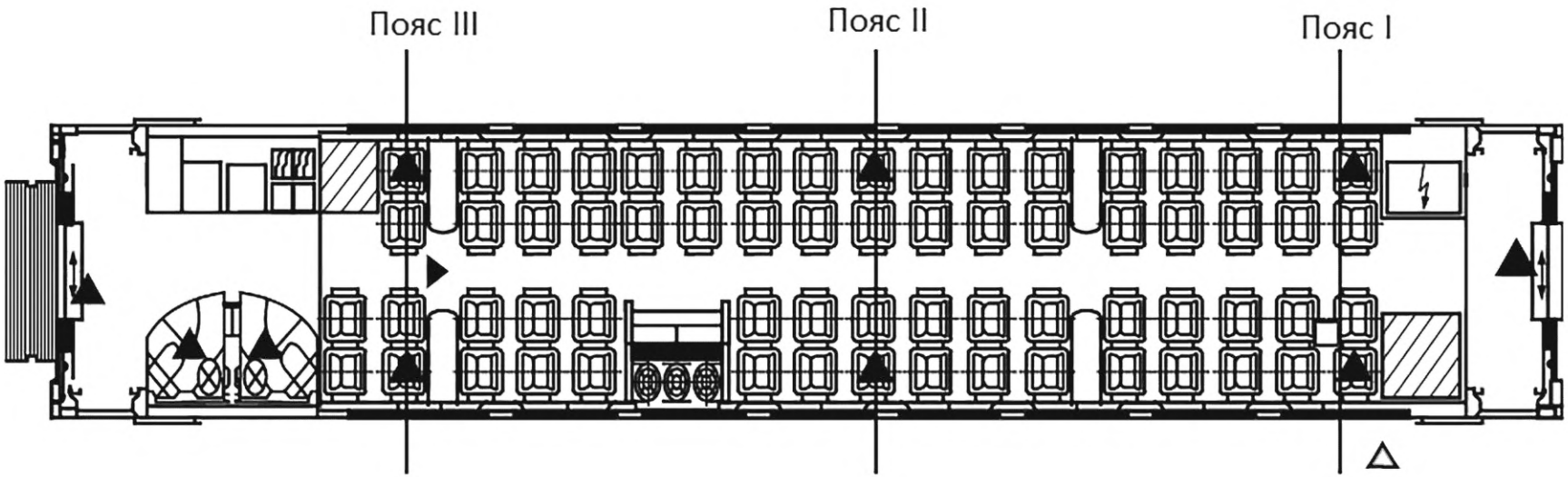
И.1 Примеры схем размещения точек измерения показателей эффективности систем обеспечения микроклимата для различных типов помещений приведены на рисунках И.1—И.6.

Примечание — Рекомендуемые схемы размещения точек измерения в кабине машиниста локомотива и кабине управления движением СПС аналогичны схеме размещения точек измерения в кабине машиниста МВПС (см. рисунок И.1).



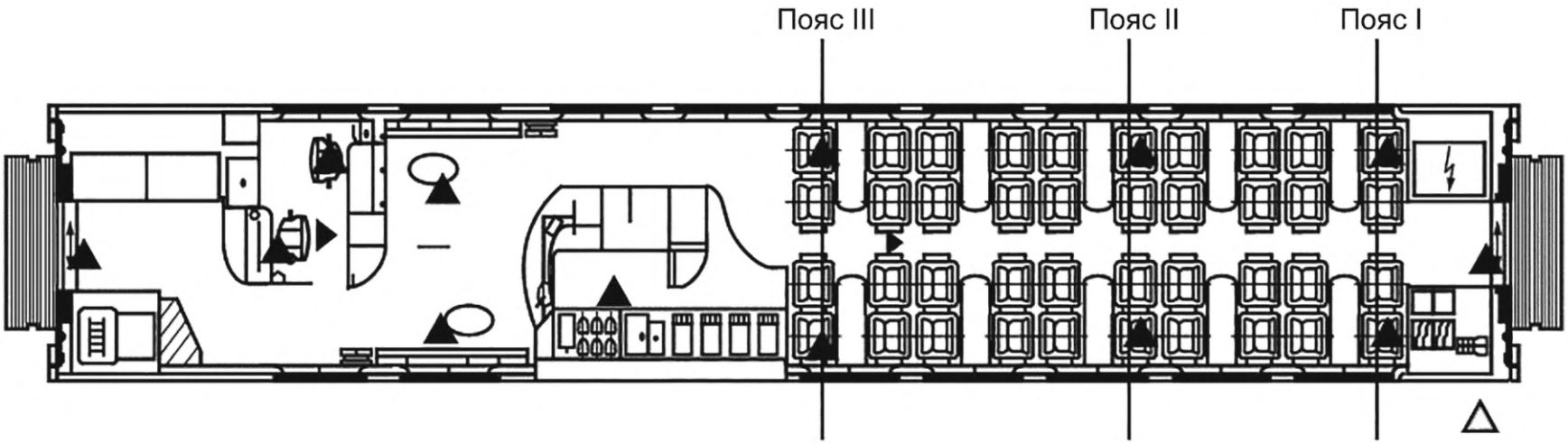
▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С; △ — температура наружного воздуха в точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстояние не менее 5 м на высоте 1,5 м от поверхности земли, $t^{нар}$, °С; ▶ — температура воздуха, подаваемого в вагон, у выходного отверстия оборудования, обеспечивающего воздушное отопление (при проведении испытаний в холодный период года) или охлаждение (в теплый период года), $t_{вых}$, °С

Рисунок И.1 — Размещение точек измерения параметров при проведении испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата в кабине и салоне головного вагона МВПС



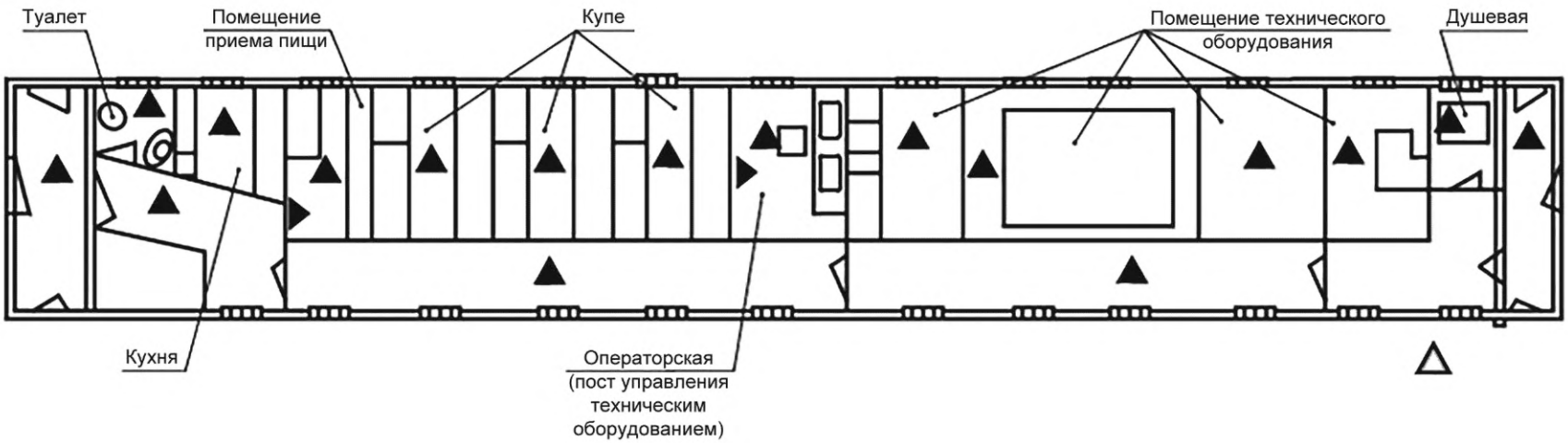
▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С; △ — температура наружного воздуха в точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстояние не менее 5 м на высоте 1,5 м от поверхности земли, $t^{нар}$, °С; ▶ — температура воздуха, подаваемого в вагон, у выходного отверстия оборудования, обеспечивающего воздушное отопление (при проведении испытаний в холодный период года) или охлаждение (в теплый период года), $t_{вых}$, °С

Рисунок И.2 — Размещение точек измерения параметров при проведении испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата в прицепном вагоне МВПС



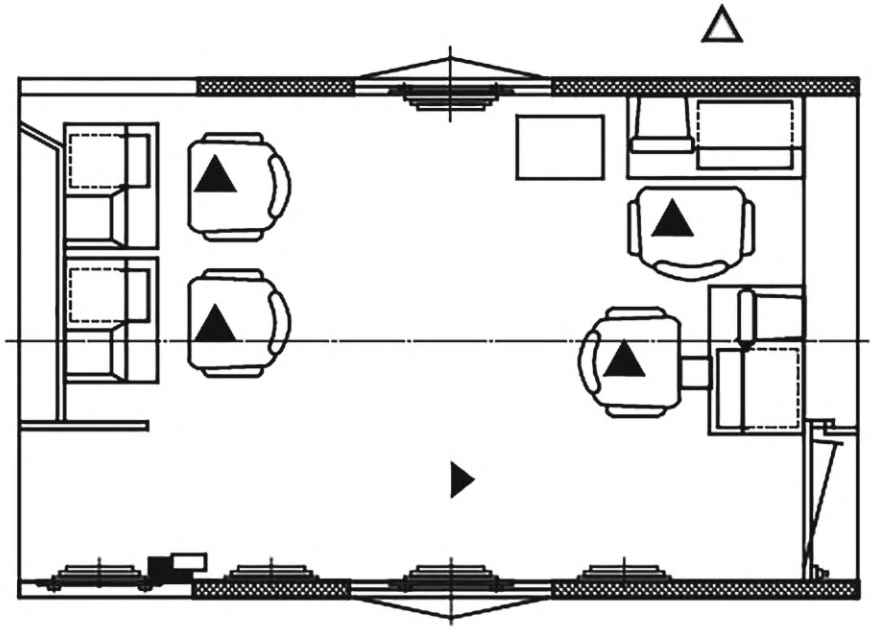
▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С; △ — температура наружного воздуха в точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстояние не менее 5 м на высоте 1,5 м от поверхности земли, $t^{нар}$, °С; ▶ — температура воздуха, подаваемого в вагон, у выходного отверстия оборудования, обеспечивающего воздушное отопление (при проведении испытаний в холодный период года) или охлаждение (в теплый период года), $t_{вых}$, °С

Рисунок И.3 — Размещение точек измерения параметров при проведении испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата в прицепном вагоне МВПС (вагон-ресторан)



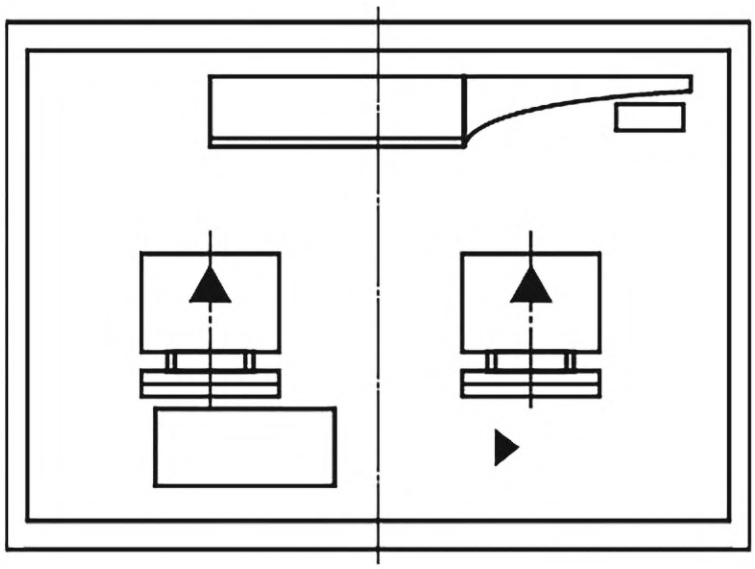
▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С; △ — температура наружного воздуха в точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстояние не менее 5 м на высоте 1,5 м от поверхности земли, $t^{нар}$, °С; ▶ — температура воздуха, подаваемого в вагон, у выходного отверстия оборудования, обеспечивающего воздушное отопление (при проведении испытаний в холодный период года) или охлаждение (в теплый период года), $t_{вых}$, °С

Рисунок И.4 — Размещение точек измерения параметров при проведении испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата в помещениях вагона СПС



▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола t^{1500}, °С; △ — температура наружного воздуха в точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстояние не менее 5 м на высоте 1,5 м от поверхности земли, $t^{нар}$, °С; ▶ — температура воздуха, подаваемого в вагон, у выходного отверстия оборудования, обеспечивающего воздушное отопление (при проведении испытаний в холодный период года) или охлаждение (в теплый период года), $t_{вых}$, °С

Рисунок И.5 — Размещение точек измерения параметров при проведении испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата в операторской СПС



Примечание — Условные обозначения — по рисунку И.5.

Рисунок И.6 — Размещение точек измерения параметров при проведении испытаний по определению показателей эффективности системы обеспечения микроклимата в технологической кабине СПС

Приложение К
(справочное)

Определение темпа (скорости) изменения средней температуры воздуха

В данном приложении представлен пример расчета темпа (скорости) изменения температуры воздуха в помещении с использованием численного дифференцирования (приближенного вычисления значения производной функции, заданной таблично).

Простейшим методом аппроксимации производной является использование конечных разностей функции температуры от времени $t_{ср}^{1500}(\tau)$ с достаточно малым шагом по времени $\Delta\tau$, мин.

$$\frac{dt_{ср\,i}^{1500}}{d\tau} = \frac{\left|t_{ср(i+1)}^{1500} - t_{ср(i-1)}^{1500}\right|}{2\Delta\tau}, \qquad (К.1)$$

где $\Delta\tau$ — временной интервал между измерениями [периодичность (шаг) измерений температуры по времени] по перечислению а) 4.3.5 — 1 мин;

$t_{ср(i+1)}^{1500}$ — среднее значение температуры воздуха в помещении в (i + 1)-й момент времени измерений, °С;

$t_{ср(i-1)}^{1500}$ — среднее значение температуры воздуха в помещении в (i – 1)-й момент времени измерений, °С.

Полученные значения темпа изменения средней температуры воздуха в помещении анализируют в рамках, как правило, 10-минутных интервалов. Определяют среднее значение темпа для каждого 10-минутного интервала. Рассматривают 10-минутные интервалы с максимальным средним значением темпа (скорости) изменения температуры за основной период измерений. В качестве результата принимают максимальное (из средних значений за 10-минутные интервалы) значение темпа (скорости) изменения температуры.

Приложение Л
(обязательное)

Метод испытаний по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемого в помещение» с использованием углекислого газа

Л.1 Общие положения

Л.1.1 Метод испытаний основан на измерении установившейся концентрации углекислого газа (CO_2), подаваемого в помещение.

Л.1.2 Показателем, характеризующим подачу наружного воздуха в помещение, является количество наружного воздуха, подаваемого в помещение на одного человека, L, м^3/ч.

Л.1.3 Метод позволяет определить количество наружного воздуха, подаваемого в помещение, как на стоянке, так и в движении со скоростями вплоть до конструкционной в режимах работы системы кондиционирования по 6.1.2.

Л.2 Средства измерений

Л.2.1 Требования к средствам измерений по 4.5 (см. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.7, 4.5.8).

Л.2.2 Измерение концентрации CO_2 в воздухе проводят газоанализатором или иным средством измерения с пределами допустимой погрешности не более ±6 % с шагом не менее 0,001 % об. (10 ppm) и диапазоном измерения не более 1 % об. (10 000 ppm).

Л.2.3 Количество подаваемого углекислого газа определяют расходомером с пределами допустимой относительной погрешности не более ±5 %.

Л.2.4 Скорость движения объекта испытания определяют по штатному скоростемеру.

Л.3 Условия проведения испытаний

Л.3.1 Испытания по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемое в помещение» с использованием CO_2 проводят при любой температуре наружного воздуха.

Л.3.2 Для проведения испытаний должна быть обеспечена работа штатной системы вентиляции в режимах ее эксплуатации, указанных в 6.1.2, с соблюдением требований, установленных в технической документации на объект испытаний по производительности системы подачи наружного воздуха для соответствующего температурного режима и количества людей.

До проведения испытаний уточняют количество людей в помещении объекта испытаний по 6.2.5.

Л.3.3 При подаче CO_2 должно выполняться условие его максимального перемешивания и распределения по всему объему помещения (см. Л.4.4).

Л.3.4 Испытания проводят при соблюдении условий, приведенных в 4.3.7.

Окна и двери, через которые в помещение может поступать наружный воздух, во время проведения испытаний должны быть закрыты штатным способом.

Л.3.5 В случае, когда измерение количества наружного воздуха, подаваемого в помещение, осуществляют в движении, допускается изменение скорости в пределах ±5 %.

Л.4 Порядок проведения испытаний

Л.4.1 Датчики измерения концентрации углекислого газа внутри помещения (в центре) и вне его — по 4.3.10.

Л.4.2 Снаружи устанавливают средства измерения температуры воздуха по 4.3.10.

Измерения проводят однократно для каждого режима работы (см. 6.1.2).

Л.4.3 Включают оборудование, обеспечивающее подачу наружного воздуха. Испытания по определению количества наружного воздуха, подаваемого в помещение, проводят поочередно во всех режимах работы, установленных требованиями технической документации, с производительностью, соответствующей каждому режиму эксплуатации, согласно 6.1.2. Если испытания проводят в кабине МВПС, оборудование, обеспечивающее подачу наружного воздуха в помещениях, примыкающих к кабине, также включают.

Л.4.4 Осуществляют подачу CO_2 в помещение в количестве L_{CO_2}, достаточном для обеспечения концентрации CO_2 в помещении в пределах 1,5—2 % об. (1500—2000 ppm).

Для выполнения требования о максимальном перемешивании углекислого газа и распределении по всему объему помещения рекомендуется осуществлять подачу CO_2 в отверстие забора рециркуляционного воздуха.

Л.4.5 Регистрацию значений концентрации CO_2 в помещении C и снаружи $C^{нар}$, % об. (ppm), начинают не менее чем через 15 мин с момента начала подачи углекислого газа (и не менее чем через 15 мин после выхода на заданный скоростной режим, если испытания проводят в движении). Фиксируют начало выхода на установившийся режим [отсутствие непрерывного изменения концентрации CO_2 в одном направлении (снижения или повышения) в течение не менее 5 мин].

С момента начала выхода на установившийся режим регистрацию значений концентрации CO_2 в помещении проводят в течение 10 мин с частотой не менее двух раз в минуту, а значений концентрации CO_2 снаружи — в начале и конце указанного интервала времени.

В конце указанного интервала времени фиксируют количество (объемный расход) подаваемого углекислого газа.

Л.5 Обработка результатов испытаний

Л.5.1 Вычисляют среднее значение концентрации CO_2 внутри помещения C, % об. (или ppm) по формуле (Л.1) и вне его $C^{нар}$ — по формуле (Л.2):

$$C = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{C_{1i} + C_{2i} + ...C_{ki}}{k}; \quad (Л.1)$$

$$C^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}C_i^{нар}, \quad (Л.2)$$

где C_{1i}; C_{2i}...C_{ki} — концентрации CO_2, измеренные в точках 1, 2 ... k;

i — порядковый номер измерения по времени;

N — количество измерений по времени;

k — количество точек измерения внутри помещения.

Л.5.2 Вычисляют среднее количество наружного воздуха L, м^3/ч, подаваемое в помещение на одного человека на стоянке по формуле

$$L = \frac{1}{m}\cdot\frac{L_{CO_2}}{C - C^{нар}}\cdot k_{(\%\ об./ppm)}, \quad (Л.3)$$

где m — количество людей в помещениях объекта испытаний;

L_{CO_2} — количество (объемный расход) углекислого газа, подаваемого в помещение, м^3/ч (см. Л.4.5);

$k_{(\%\ об./ppm)}$ — коэффициент пересчета, равный 10^2 при измерении концентрации CO_2 в % об. и 10^6 при измерении концентрации CO_2 в ppm.

Количество наружного воздуха, подаваемое в помещение на одного человека в движении, также рассчитывают по формуле (Л.3).

Приложение М
(обязательное)

Определение мерных сечений для измерения скорости движения воздуха в воздуховодах и точек измерения скоростей в мерных сечениях

М.1 Для измерения скорости движения воздуха в воздуховодах (каналах) должны быть выбраны участки с расположением мерных сечений на расстояниях не менее шести гидравлических диаметров D_h за местом возмущения потока (отводы, шиберы, диафрагмы и т. п.) и не менее двух гидравлических диаметров перед ним.

Схема выбора мерного сечения приведена на рисунке М.1.

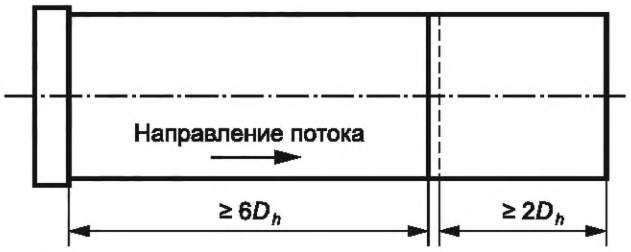


Рисунок М.1 — Схема выбора мерного сечения

При отсутствии прямолинейных участков необходимой длины допускается располагать мерное сечение в месте, делящем выбранный для измерения участок в отношении 3:1 в направлении движения воздуха.

Размещать мерное сечение непосредственно в месте внезапного расширения или сужения потока не допускается.

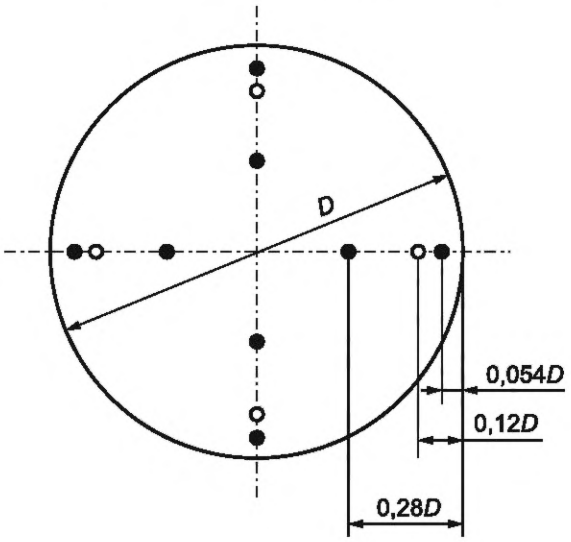
Примечание — Гидравлический диаметр D_h вычисляют по формуле

$$D_h = 4F / П, \quad (М.1)$$

где F — площадь сечения, м^2;

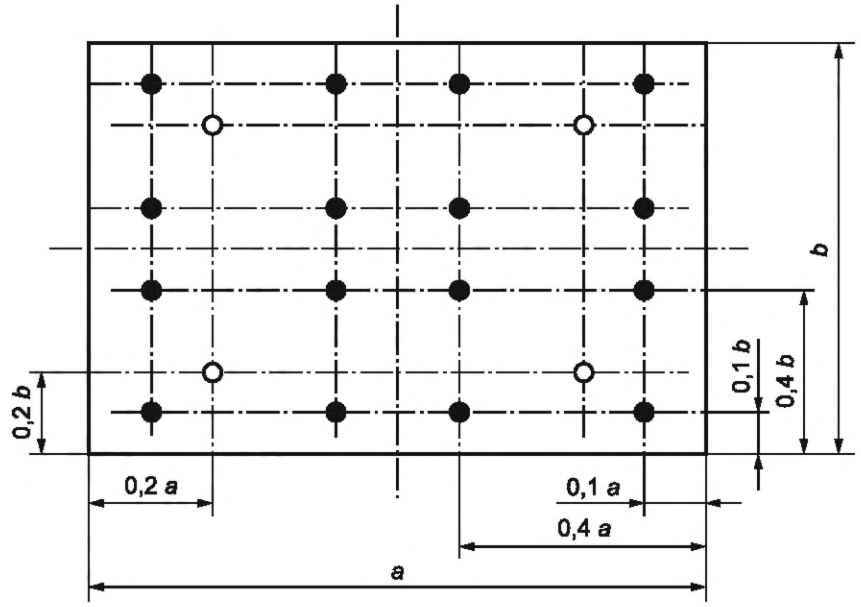
П — периметр сечения, м.

М.2 Координаты точек измерения скоростей, а также количество точек определяют исходя из формы и размеров мерного сечения в соответствии с рисунками М.2 и М.3. Максимальное отклонение координат точек измерений от координат, указанных на рисунках М.2 и М.3, не должно превышать ±10 %.



○ — при 100 мм ≤ D ≤ 300 мм; ● — при D > 300 мм; D — диаметр воздуховода

Рисунок М.2 — Координаты точек измерения скоростей в воздуховодах круглого сечения



○ — при 100 мм ≤ *b* ≤ 300 мм; ● — при *b* > 300 мм; *a, b* — параметры сечения воздуховода

Рисунок М.3 — Координаты точек измерения скоростей в воздуховодах прямоугольного сечения

УДК 629.4.018:629.4.048:006.354 МКС 45.060

Ключевые слова: железнодорожный подвижной состав, система обеспечения микроклимата, система кондиционирования, параметры микроклимата, эффективность систем обеспечения микроклимата, подпор (избыточное давление) воздуха в помещениях, методы испытаний

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 19.09.2025. Подписано в печать 13.10.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 6,95.

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