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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33463.1— 2015

СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

Часть 1

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

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «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 железнодорожной гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека» (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 10 декабря 2015 г. № 48)

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	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 марта 2016 г. № 138-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33463.1—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 октября 2016 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 12.2.056—81 в части метода измерения параметров микроклимата (приложение 6)

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

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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 5
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 13
5.1 Общие положения 13
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) 14
5.4 Порядок проведения испытаний 15
5.5 Обработка результатов испытаний 16
6 Метод испытаний по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемого в помещение» 18
6.1 Общие положения 18
6.2 Условия проведения испытаний 18
6.3 Порядок проведения испытаний 19
6.4 Обработка результатов 19
7 Метод испытаний по определению показателя «подпор (избыточное давление) воздуха в помещениях» 20
7.1 Общие положения 20
7.2 Средства измерений 20
7.3 Порядок проведения испытаний 20
7.4 Обработка результатов испытаний 20
8 Оформление результатов испытаний 21
9 Требования безопасности при проведении испытаний 21
Приложение А (обязательное) Определение тепловой нагрузки, имитирующей тепловыделение людей, находящихся в помещении подвижного состава 22
Приложение Б (рекомендуемое) Размещение точек измерения параметров микроклимата 23
Приложение В (рекомендуемое) Форма записи результатов измерений в испытаниях по определению параметров микроклимата и показателей эффективности систем обеспечения микроклимата 34
Приложение Г (рекомендуемое) Метод оценки комфортности теплового режима в пассажирских помещениях железнодорожного подвижного состава 44

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 46

Приложение Е (рекомендуемое) Проведение испытаний по определению эффективности системы охлаждения (отопления) в тепловой (холодильной) камере 47

Приложение Ж (обязательное) Корректирующий расчет по определению показателей эффективности системы отопления при минимальной температуре наружного воздуха в холодный период года 49

Приложение И (рекомендуемое) Размещение точек измерения при проведении испытаний по определению показателей эффективности систем обеспечения микроклимата . . 52

Приложение К (обязательное) Метод испытаний по определению показателя «количество наружного воздуха, подаваемого в помещение» с использованием углекислого газа 57

Введение

Настоящий стандарт является частью комплекса стандартов 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 показателям, санитарно-химическим и эргономическим).

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 Российской Федерации, содержащих требования к системе обеспечения микроклимата и нормативные значения параметров микроклимата на рабочих местах обслуживающего персонала и местах размещения пассажиров в электропоездах, тепловозах, электровозах, дизель-поездах, рельсовых автобусах, специальном железнодорожном подвижном составе.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

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 of assurance systems of microclimate

Дата введения — 2016—10—01

1 Область применения

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

Примечания

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

2 Настоящий стандарт может быть использован для определения отдельных параметров (показателей), представленных в описании методов, в этом случае применяют соответствующие разделы и пункты, описывающие требования к условиям и порядку определения именно этих параметров.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12.0.004—90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.2.007.0—75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.018—79 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний

ГОСТ 15.309—98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 7502—98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

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

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт 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: Обеспечение в помещении требуемого температурно-влажностного и воздушного режимов.

Примечание — Кондиционирование воздуха может обеспечивать в помещении требуемые: температуру, относительную влажность, чистоту, скорость движения, давление, скорость изменения давления, а также газовый, ионный и бактериологический составы воздуха.

[ГОСТ 22270—76, пункт 1 приложения 1]

3.3 **перепад температуры воздуха по высоте:** Разница между температурами воздуха на высоте 1500 мм 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 проводятся 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, а также конструктивное исполнение 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 (ТЗ), технические условия (ТУ), конструкторская и эксплуатационная документация, содержащая требования к конкретному типу подвижного состава (объекту испытаний).

3.12 **эффективность системы обеспечения микроклимата (СОМ):** Способность СОМ обеспечить нормируемые параметры микроклимата при максимальной и минимальной 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, упомянутого в разделе 1 (далее — помещения), в теплый период года:

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

4.1.2 Определяемые параметры микроклимата в помещениях подвижного состава, упомянутого в разделе 1, в холодный период года:

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

4.1.3 Параметры микроклимата в помещениях подвижного состава, упомянутого в разделе 1, определяют при трех вариантах температурных условий эксплуатации подвижного состава, обусловливающих предельные режимы работы систем кондиционирования:

а) при максимальной температуре наружного воздуха для теплого периода года в регионе эксплуатации объекта испытаний в соответствии с ТЗ или ТУ (далее — максимальная температура наружного воздуха для теплого периода года), (режим, предназначенный для охлаждения воздуха в помещении при наружной температуре выше 20 °С);

б) при минимальной температуре наружного воздуха для холодного периода года в регионе эксплуатации объекта испытаний в соответствии с ТЗ или ТУ (далее — минимальная температура наруж-

ного воздуха для холодного периода года), (режим, предназначенный для обогрева воздуха в помещении при наружной температуре ниже 10 °С);

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

4.2 Образец для испытаний

Испытаниям подлежит один образец железнодорожного подвижного состава, упомянутого в разделе 1.

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 по 4.1.3а) и 4.1.3в).

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

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

4.3.3 Испытания локомотивов и моторвагонного подвижного состава (МВПС), самоходного специального подвижного состава (СПС) проводят при движении по железнодорожному пути со скоростью, составляющей не менее 20 % от конструкционной скорости.

Испытания несамоходного СПС проводят на стоянке.

Допускается проведение испытаний в климатической камере.

Примечания

1 Подготовительный период испытаний (см. 4.3.5) может быть проведен на стоянке.

2 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 (холодильной) камеры, возможность использования которой ограничена испытаниями по определению показателей эффективности систем обеспечения микроклимата (см. 5.2.3, 5.3.1).

4.3.4 Условия солнечного излучения и тепловая нагрузка

4.3.4.1 Испытания, кроме проводимых по 4.1.3в), проводят в солнечную погоду с 12 до 16 ч местного времени.

Примечание — 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.

4.3.4.2 Испытания на стоянке (несамоходного СПС) и 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, Вт, определяется по приложению А. Имитируют две составляющие тепловыделения человека: физическое (явное или ощутимое) и влажное (скрытое) тепло. Для имитации физического и влажного тепла следует использовать оборудование в соответствии с 4.5.9.

Примечания

1 Физическое тепло, генерируемое оборудованием, производящим пар, должно быть включено в общий объем физического тепла.

2 Испытания в движении вне климатической камеры проводят без тепловой нагрузки.

4.3.4.3 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.

4.3.5 Процесс испытаний разделяется на два периода:

- подготовительный период испытаний — период предварительного охлаждения помещения (охлаждения или нагрева в испытаниях по 4.1.3в) в течение промежутка времени, определяемого по 4.6.1.6 (но не менее 40 мин);

- основной период испытаний — период контрольных измерений показателей микроклимата.

Продолжительность основного этапа испытаний при измерении температуры воздуха (в каждой контрольной точке помещения):

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, модификацию, 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, %, в тех же точках, что и температуру воздуха на уровне 1500 мм от пола;

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 (рисунки Б.1—Б. 6).

4.3.10 Температуру $t^{нар}$, °С, и влажность $\varphi^{нар}$, %, наружного воздуха измеряют* в одной точке, удаленной от внешней боковой поверхности кузова на расстоянии не менее 5 м на высоте 1,5 м от поверхности земли, в движении — у поверхности кузова возле окна в набегающем потоке.

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

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 4.1.3б).

* В испытаниях вне климатической камеры.

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

4.4.3 Процесс испытаний разделяется на два периода:

- подготовительный период испытаний — период предварительного нагрева помещения в течение промежутка времени, определяемого по 4.6.1.6 (но не менее 40 мин);

- основной период испытаний — период контрольных измерений показателей микроклимата.

Продолжительность основного этапа испытаний по 4.3.5а) и 4.3.5б).

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 МВПС, самоходного СПС проводят при движении по железнодорожному пути со скоростью, составляющей не менее 20 % от конструкционной скорости. Допускается проведение испытаний в климатической камере.

Испытания несамоходного СПС проводят на стоянке.

Примечание — Подготовительный период испытаний может быть проведен на стоянке.

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

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

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 тех же точках, что и температуру воздуха на уровне 1500 мм от пола;

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), $t_{1000}^{лев.стен}$, $t_{1000}^{прав.стен}$, и 600 мм от уровня пола (уровень бедра), $t_{600}^{лев.стен}$, $t_{600}^{прав.стен}$, в поясах без сидений у боковых стен — в точках на высоте 1500 мм от пола, $t_{1500}^{лев.стен}$, $t_{1500}^{прав.стен}$,

- 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;

---

* 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).

и) температуру нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног пассажира (обслуживающего персонала), °С, на одном месте для сидения пассажира в каждом поясе с правой и левой стороны 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 необходимости определения в помещении температурных характеристик поверхностей, не граничащих с наружным воздухом, температуру этих поверхностей (торцевых стен $t_{ij}^{\text{торц.стен}}$, потолка $t_{ij}^{\text{потолок}}$, °С, за исключением остекленных и металлических частей), измеряют, как минимум, в одной точке, в центре соответствующей поверхности.

Примечания

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

2 При исполнении вагона МВПС без тамбура рекомендуется проводить контрольное измерение температуры воздуха на уровне 1500 мм от пола в тамбурной зоне салона.

Примеры схем размещения в помещениях точек измерения показателей, указанных в 4.4.5, 4.4.6, приведены в приложении Б (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 погрешности ±0,25 °С, температуры наружного воздуха с пределами погрешности ±0,5 °С.

4.5.3 Измерение скорости движения воздуха в помещении проводят термоанемометром (анемометром) с погрешностью не более 0,1 м/с.

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

4.5.5 Измерения температуры поверхности ограждения проводят контактными термометрами с пределами погрешности ±0,5 °С или иными средствами измерений температуры поверхности с указанной погрешностью.

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 ±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 погрешностью не более 1 м/с.

4.5.9 Для моделирования тепловой нагрузки по 4.3.4.2 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 направлению излучения) — 800 Вт/м^2. Суммарная длина оборудования, моделирующего инсоляцию, должна быть не менее длины испытываемой единицы подвижного состава.

---

* В Российской Федерации действуют Федеральный закон от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и Правила по метрологии ПР 50.2.006—94 «Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений».

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, нанося их 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 по 4.1.3в);
- отопления — при проведении испытаний в холодный период года (при температуре наружного воздуха ниже минус 15 °С).

4.6.1.4 Устанавливают автоматическое поддержание температуры воздуха в помещении в соответствии с 4.3.6 б). 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 30 мин. Фиксируют время начала и окончания подготовительного периода.

Примечание — Для уменьшения времени подготовительного периода допускается использовать специальные режимы охлаждения и нагрева воздуха, предусмотренные системой кондиционирования (охлаждение осуществляется 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 в течение 2 ч измерений по 4.3.5а) или в течение 4 ч по 4.3.5б) 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 4.3.8г).

С периодичностью в 1 ч 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.

Примечание — 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 Фиксацию скорости движения подвижного состава (см. 4.3.3, 4.4.4) проводят на протяжении проведения испытаний через равные промежутки времени продолжительностью не более 10 мин на основании данных штатного скоростемера, при проведении испытаний в климатической камере — 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 $t^{лев.стен}$, $t^{прав.стен}$, 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 1 раз в час;

- температуру поверхностей нагревательных приборов (отопителей) или их ограждений с периодичностью 1 раз в час для каждого установленного в помещении отопителя;

- температуру нагреваемых поверхностей в зоне возможного контакта с поверхностью тела человека (подлокотники, панели) с периодичностью 1 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).

Примечание — 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.

Примечание — Фиксируют наблюдаемые отклонения (изменения) в работе оборудования и время их возникновения. При открывании окон и дверей по производственной необходимости последующие измерения производят 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. 4.4.6), измерения температуры торцевых стен $t_{ij}^{торц.стен}$, потолка $t_{ij}^{потолок}$ измеряют 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 величины ($\varphi_{ср}^{нар}$, $t_{ср}^{нар}$) из n измеренных (за время основного периода испытаний) i-х значений следующих показателей (i — порядковый номер измерения показателя по времени):

- относительная влажность наружного воздуха ($\varphi_i^{нар}$);

- температура наружного воздуха ($t_i^{нар}$).

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

$$t_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}t_i^{нар},\ °C. \qquad (2)$$

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 величин 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, °С, определяют по формуле

$$t_{\text{ср.}j}^{1500} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_{ij}^{1500}, \quad (3)$$

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 принимаются 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, %, определяют по формуле

$$\varphi_{\text{ср.}j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \varphi_{ij}, \quad (4)$$

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, м/с, определяют по формуле

$$V_{\text{ср.}j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} V_{ij}, \quad (5)$$

где V_{ij} — 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 и слева), °С, определяют по формулам

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

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

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

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

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

$\Delta t_{(\text{кон})i}^{j(\text{лев})}$ — 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, °С, определяют по формуле

$$\Delta t^{ш}_{ср.j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta t^{ш}_{ij}, \qquad (8)$$

где $\Delta t^{ш}_{ij}$ — 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 $(t^{i(прав)}_{(нач)i} - t^{i(лев)}_{(нач)i})$ и $(t^{i(прав)}_{(кон)i} - t^{i(лев)}_{(кон)i})$);

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, °С, определяют по формуле

$$\Delta t^{h}_{ср.j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta t^{h}_{ij}, \qquad (9)$$

где Δt^{h}_{ij} — 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 1500 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), °С, определяют по формулам*

$$t^{лев.стен}_{ср.j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{2}\left(t^{лев.стен}_{ij.1000} + t^{лев.стен}_{ij.600}\right), \qquad (10)$$

$$t^{прав.стен}_{ср.j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{2}\left(t^{прав.стен}_{ij.1000} + t^{прав.стен}_{ij.600}\right), \qquad (11)$$

где $t^{лев.стен}_{ij.1000}$ — температура левой, а $t^{прав.стен}_{ij.1000}$ — 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;

$t^{лев.стен}_{ij.600}$ — температура левой, а $t^{прав.стен}_{ij.600}$ — 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 определяют по 4.4.5);

---

* См. примечание 2 к 4.6.2.3.

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

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. 4.4.5е).

4.7.2.8 Среднее значение температуры ограждений помещения (потолка и торцевых стен, не граничащих с наружным воздухом), °С, определяют по формулам

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

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

где $t_{ij}^{потолок}, t_{ij}^{торц.стен}$ — 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, °С (см. 4.4.5), определяют по формуле

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

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 4.4.5д)).

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, °С, определяют по формуле

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

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 Средняя температура нагретого воздуха, подаваемого в зону размещения ног человека на рабочем месте или на месте пассажира, °С, определяется по формуле

$$t_{\text{ср}.j}^{\text{ног}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} t_{ij}^{\text{ног}}, \qquad (16)$$

где $t_{ij}^{\text{ног}}$ — 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 Температура поверхности нагревательных приборов и температура нагреваемых поверхностей, °С, определяется как среднее по времени значение за основной период испытаний для каждого нагревательного прибора и нагреваемой поверхности по формуле

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

где $t_{i}^{\text{поверх}}$ — 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 теплого периода года (для оценки эффективности системы охлаждения), °С;
- перепад между температурой воздуха в помещении и минимальной температурой наружного воздуха для холодного периода года (для оценки эффективности системы подогрева), °С;
- точность поддержания температуры воздуха в помещении, °С.

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 (раздел 4) в климатической камере при максимальной температуре наружного воздуха для теплого периода года (см. 4.1.3а) и при тепловой нагрузке по 4.3.4.2 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 (раздел 4) проводились при максимальной температуре наружного воздуха для теплого периода года (см. 4.1.3а), но без тепловой нагрузки или проводились (в соответствии с 4.3.2) при температуре наружного воздуха, отличной от максимальной температуры наружного воздуха для теплого периода года, 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 для холодного периода года (см. 4.1.3б)) 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 (раздел 4) проводились (в соответствии с 4.4.2) при температуре наружного воздуха, отличной от минимальной температуры наружного воздуха для холодного периода года, для определения перепада проводят испытания в соответствии с 5.3, 5.4.

5.1.4 Точность поддержания температуры воздуха в помещении определяется 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 железнодорожного подвижного состава, упомянутого в разделе 1.

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 для теплого периода года или используют результаты по 5.1.2.1.

5.2.2 При невозможности обеспечить максимальную температуру наружного воздуха для теплого периода года 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 путях на стоянке в солнечную погоду в период с 12 до 16 ч местного времени. Испытания проводят с тепловой нагрузкой (см. 4.3.4.2, 4.3.4.3).

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 разделяется 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 для холодного периода года или используют результаты по 5.1.3.1.

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 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.

Перед проведением испытаний по 5.3.2 необходимо отключение системы управления СКВ с тем, чтобы обеспечить возможность автономного включения каждой отопительной группы независимо от других на 100 % мощности. При переходе от одной отопительной группы к другой помещение проветривается.

5.3.4 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.

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

5.3.5 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 разделяется 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.

Примечание — Рекомендуемое время подготовительного периода не менее 3 ч.

5.3.7 Допускается проведение испытаний по оценке эффективности систем охлаждения в камере «холода» 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 (см. рекомендуемые формы регистрации первичных данных приложения 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. 5.3.3).

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.

Примечание — 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.

Примечания

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

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

5.4.2.2 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 $\Delta t_{ТУ}$, °С, между температурой воздуха в помещении и предельной измеренной температурой наружного воздуха (для оценки систем охлаждения или для оценки систем подогрева), определяется по формуле

$$\Delta t_{ТУ} = \left| t^{нар}_{ТУизм} - t^{помещ}_{ср} \right|, \tag{18}$$

где $t^{помещ}_{ср}$ — средняя температура воздуха в помещении в основном периоде испытаний в последнем по времени измерении, °С

$$t^{помещ}_{ср} = \frac{\sum_{j=1}^{k} t^{помещ}_{j}}{k}, \tag{19}$$

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

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

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

Примечание — При количестве точек измерения (датчиков) температуры наружного воздуха более одной $t^{нар}_{ТУизм}$ 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), определяется по формуле

$$\Delta t_{ТУ} = \Delta t_{изм} + K_{эф}(t^{нар}_{ТУ} - t^{нар}_{изм}), \tag{20}$$

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

$$\Delta t_{изм} = \left| t^{помещ}_{ср} - t^{нар}_{изм} \right|, \tag{21}$$

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

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

$t^{нар}_{ТУ}$ — максимальная 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, °С, определяют по формуле

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

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:

$$t_j^{1500} = f(t_{ji}^{1500}), \quad (23)$$

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:

$$t_{ср}^{1500} = f(t_{ср.i}^{1500}), \quad (24)$$

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

$$t_{ср.i}^{1500} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^{k} t_{ji}^{1500}. \quad (25)$$

По построенному графику зависимости температуры воздуха от времени для каждой *j*-й точки измерения в основном периоде испытаний (см. 5.5.4.1а)), определяют максимальную ($t_{max\,j}$) и минимальную ($t_{min\,j}$) температуру воздуха.

По построенному графику зависимости средней температуры воздуха от времени для помещения в основном периоде испытаний (см. 5.5.4.1б)) определяют максимальную и минимальную температуру воздуха ($t_{ср.max}$ и $t_{ср.min}$).

5.5.4.2 Точность поддержания значения температуры воздуха в помещении определяют:

а) как точность поддержания средней температуры воздуха (диапазон колебаний температуры воздуха в помещении относительно среднего по времени значения) в каждой точке измерения, °С, по формулам (26), (27) и в помещении в целом по формулам (28) и (29)

$$\Delta t_{1j} = t_{max\,j} - t_{ср.j}^{1500}, \quad (26)$$

$$\Delta t_{2j} = t_{min\,j} - t_{ср.j}^{1500}, \quad (27)$$

$$\Delta t_1 = t_{ср.max} - t_{ср}^{1500}, \quad (28)$$

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

где $t_{\text{ср.}j}^{1500}$ — среднее по времени значение температуры воздуха в j-й точке, определяемое 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, определяемое по формуле

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

б) как точность поддержания заданного значения температуры воздуха в помещении, °С, 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 (26) и (27) и для всего помещения по результатам расчетов по (28) и (29).

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 железнодорожного подвижного состава на 1 человека, L, м^3/ч.

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

Эти методы обеспечивает сопоставимость результатов испытаний, полученных при их использовании. В качестве арбитражного следует использовать метод, изложенный в разделе 6.

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 железнодорожного подвижного состава, упомянутого в разделе 1.

6.1.4 Требования к средствам измерений — по разделу 4.5 (4.5.1—4.5.3, 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 путях и организуют доступ к технологическим отверстиям забора наружного воздуха снаружи помещения для проведения замеров.

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.

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

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 требованиями ГОСТ 12.3.018 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.

Примечание — Измерительный короб должен устанавливаться перпендикулярно 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 ГОСТ 12.3.018 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.

Проверяют соблюдение условий по 6.3.1—6.3.4.

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 3 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, м/с, определяется по формуле

$$V_{\text{ср}.i} = \frac{1}{3n}\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}^{1} + V_{ij}^{2} + V_{ij}^{3}), \qquad (32)$$

где $V_{ij}^{1}, V_{ij}^{2}, V_{ij}^{3}$ — скорости воздуха в j-й точке на площади i-го мерного сечения в 3 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/час, определяется по формуле

$$L_i = 3600 \cdot F_i \cdot V_{\text{ср}.i}, \qquad (33)$$

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 1 человека в определенном режиме работы вентиляции, м^3/час, определяется по формуле

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

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 принимается среднее количество наружного воздуха, подаваемого в помещение на 1 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 неочищенного наружного воздуха в помещения железнодорожного подвижного состава.

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» проводят совместно с испытаниями по определению показателя количества наружного воздуха, подаваемого в помещение.

7.1.2 Испытаниям подлежит один образец железнодорожного подвижного состава, упомянутого в разделе 1.

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 разделу 4.5 (4.5.1—4.5.3, 4.5.6, 4.5.7).

7.2.2 Измерение подпора воздуха в помещении относительно наружного измеряется дифференциальным манометром или другой аппаратурой с погрешностью не более 1,5 %.

7.3 Порядок проведения испытаний

7.3.1 Подготовительный период испытаний

7.3.1.1 С учетом расположения и исполнения ограждающих поверхностей, оборудования системы кондиционирования, а также объема помещения составляется схема размещения приемника давления.

7.3.1.2 В соответствии с 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.

Примечание — В случае проведения испытаний на открытых путях должна быть предусмотрена защита приемной дренажной трубки для измерения наружного давления от воздействия ветра (снаружи) специальными устройствами.

7.3.1.3 Снаружи устанавливают средства измерения температуры.

Проверяют соблюдение условий по 7.1.3.

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

7.3.1.4 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. 7.3.1.4).

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

7.4 Обработка результатов испытаний

7.4.1 Среднее значение подпора (избыточного давления) воздуха в помещении за период измерения в каждом режиме работы вентиляции, Па, определяется по формуле

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

где Δp_i — измеренный подпор, Па;

n — количество измерений;

i — порядковый номер измерения по времени.

В качестве результата принимается среднее значение подпора (избыточного давления) воздуха, рассчитанное по формуле (35).

8 Оформление результатов испытаний

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

- основание для проведения испытаний (№ 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;
- 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.

9 Требования безопасности при проведении испытаний

9.1 К проведению испытаний допускают работников, прошедших обучение, инструктажи и проверку знаний требований охраны и безопасности труда. Порядок и виды обучения, а также организацию инструктажей участников испытаний осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

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

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

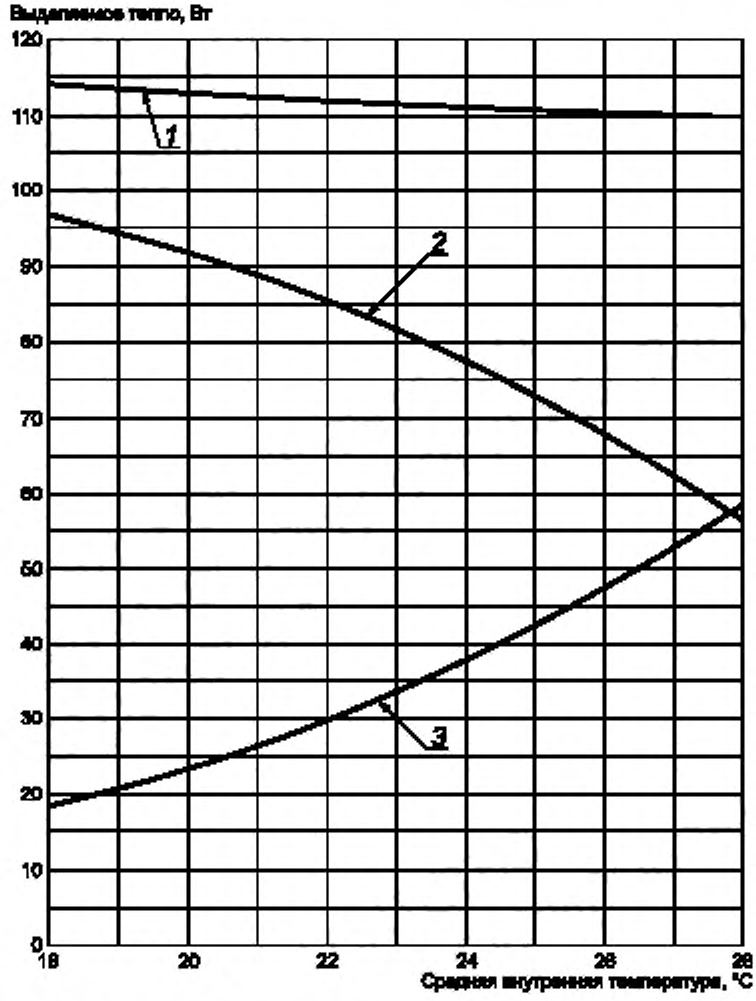
9.3 Применяемое электрооборудование должно относиться к 1 классу защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0.

9.4 При установке оборудования и проведении измерений обеспечивают освещенность не менее 200 лк.

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.



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)

Приложение Б
(рекомендуемое)

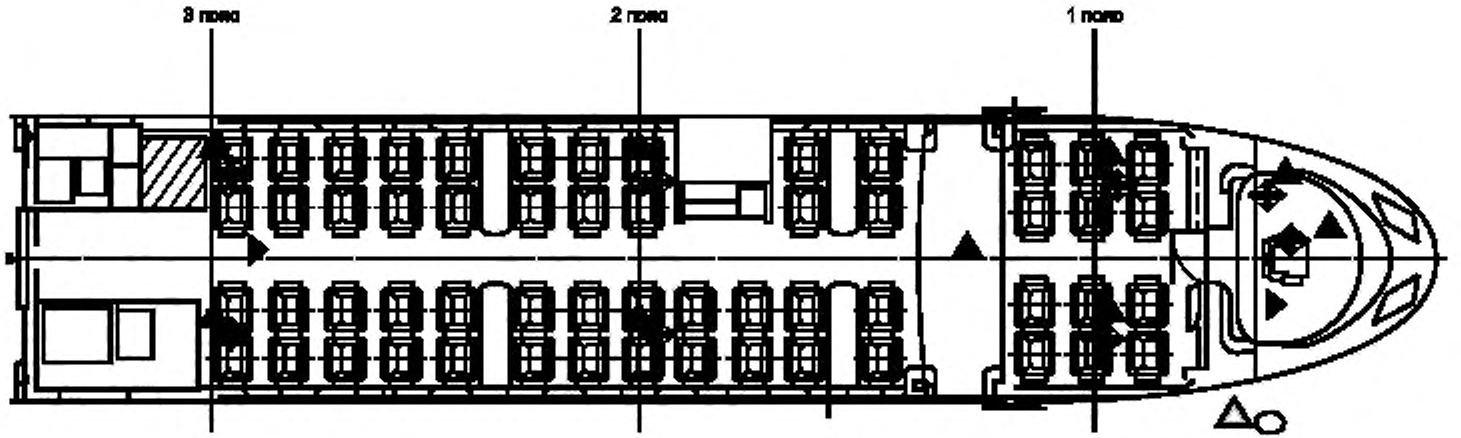
Размещение точек измерения параметров микроклимата

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 минимально необходимого количества точек измерения показателей микроклимата в теплый период для различных типов помещений приведены на рисунках Б.1—Б.6.

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



— температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола,

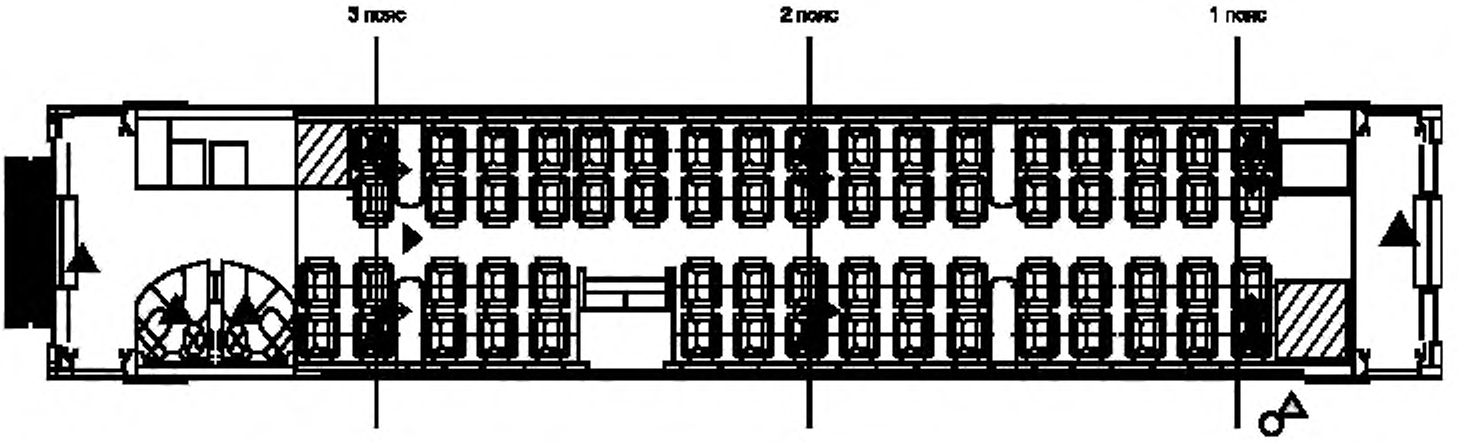
— скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола, V, м/с,

— 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 салоне головного вагона



— температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола;

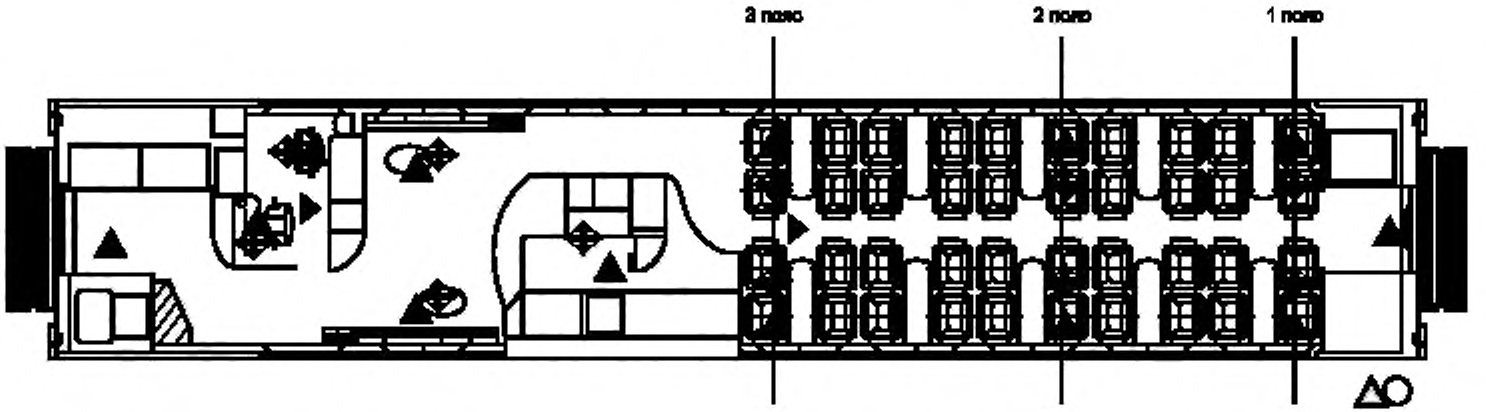
— скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола, V, м/с,

— 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 салоне прицепного вагона



— температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола;

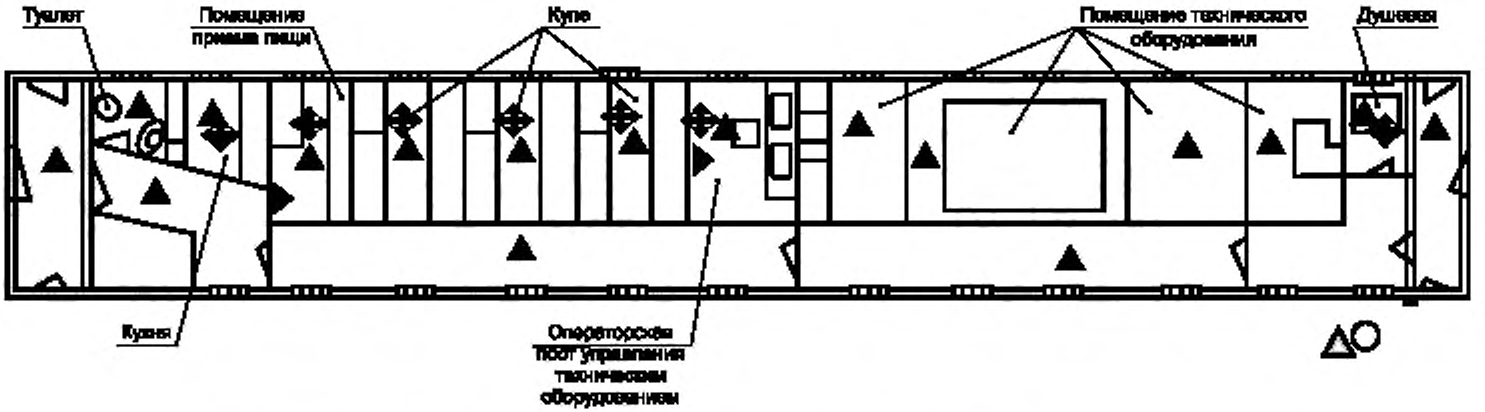
— скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола, V, м/с;

— 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 салоне прицепного вагона-ресторана



— температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола,

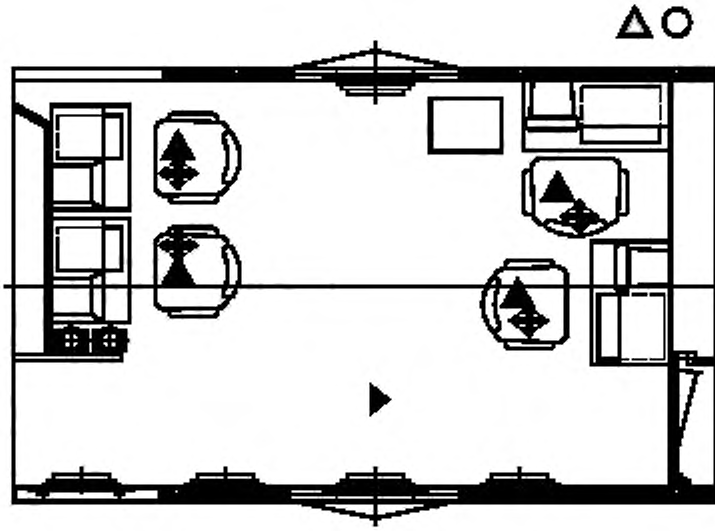
— скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола, V, м/с,

— 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 салоне вагона СПС



— температура t^{1500}, °С (и относительная влажность φ, %), воздуха на уровне 1500 мм от пола;

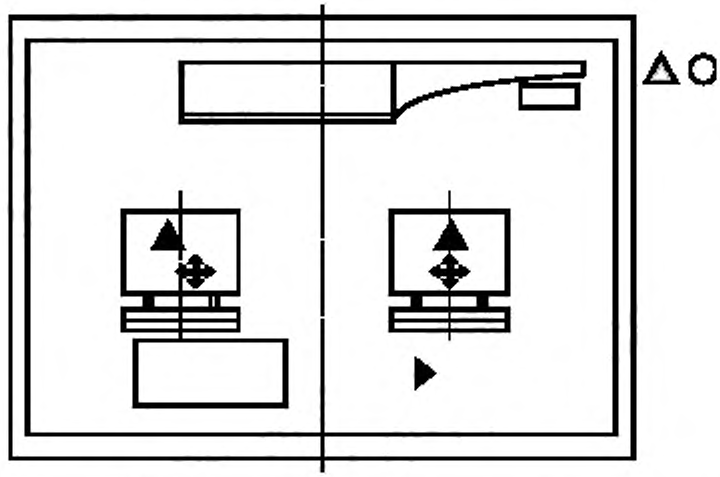
— скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола, V, м/с;

— 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;

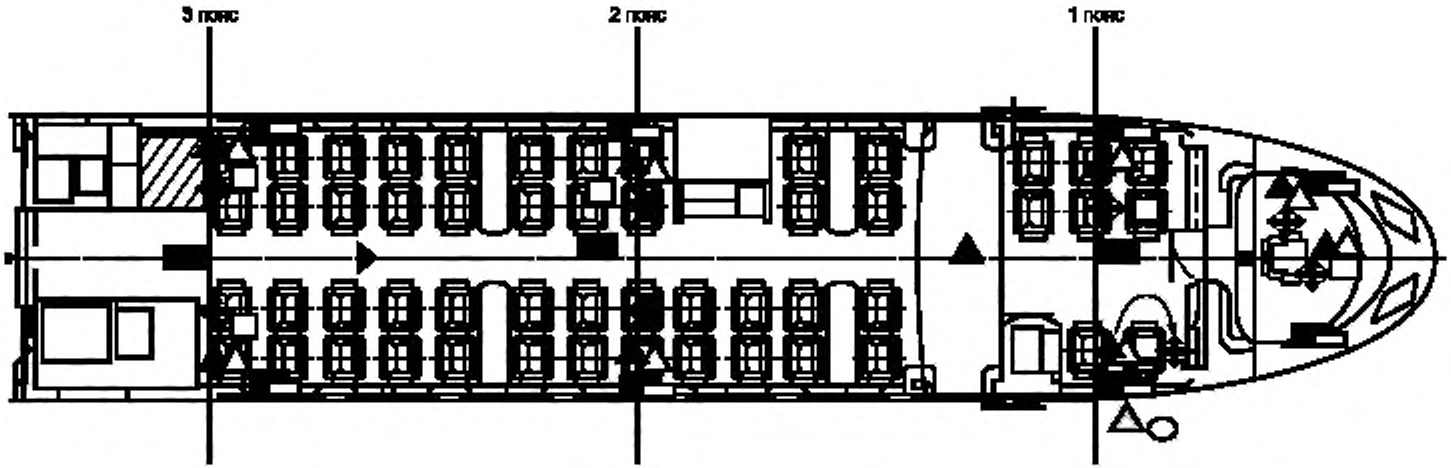
— скорость движения воздуха на высоте 1500 мм от пола, V, м/с;

— 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 кабине СПС



— температура t^{150}, °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, $t^{ст}$, $t^{пол}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей);

– температура пола, $t^{пол}$, °С,

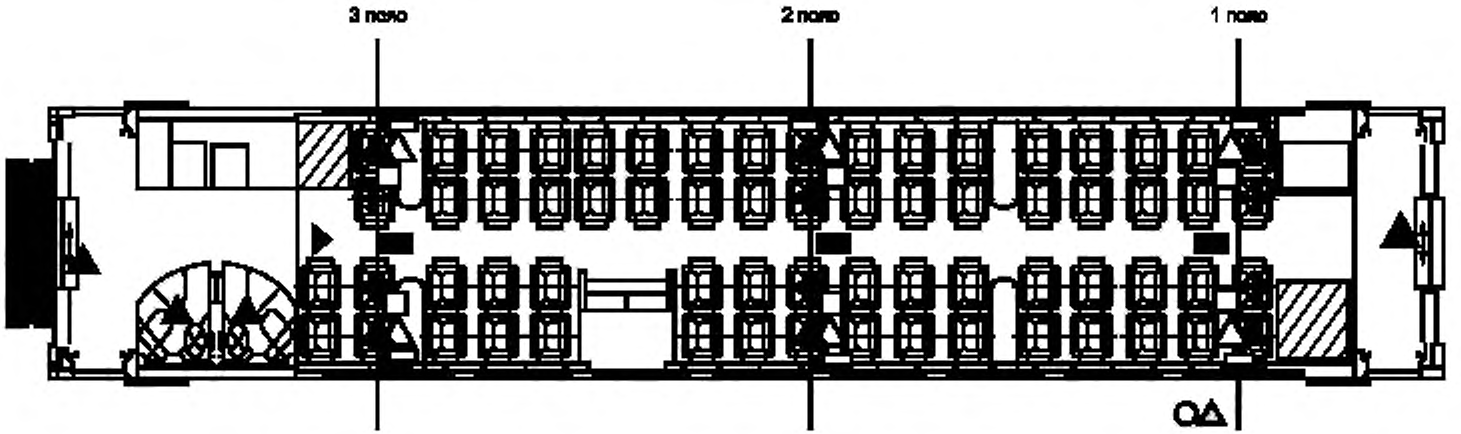
температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения, $t^{в/огр}$, °С,

— температура наружного воздуха по 4.3.10, $t^{нар}$, °С;

— относительная влажность наружного воздуха по 4.3.10, φ, %.

— температура 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 салоне головного вагона



— 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, $t^{ст}$, $t^{пот}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей);

температура пола, $t^{пол}$, °С;

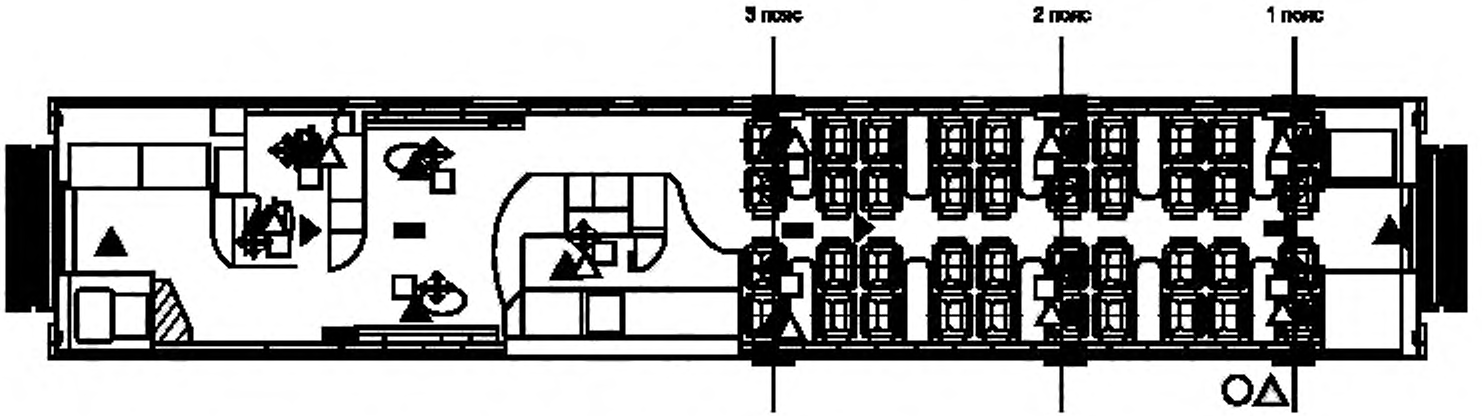
температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения, $t^{в/огр}$, °С;

— температура наружного воздуха по 4.3.10, $t^{нар}$, °С;

— относительная влажность наружного воздуха по 4.3.10 φ, %

— температура 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 салоне прицепного вагона



— 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, $t^{ст}$, $t^{пот}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей),

температура пола, $t^{пол}$, °С,

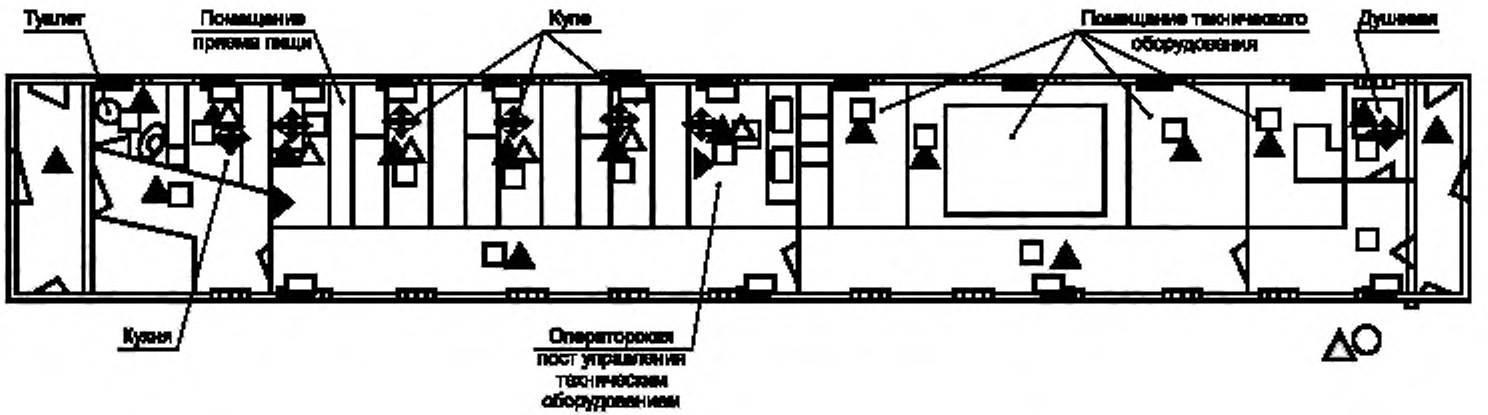
температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения, $t^{в/огр}$, °С;

— температура наружного воздуха по 4.3.10, $t^{нар}$, °С;

— относительная влажность наружного воздуха по 4.3.10, φ, %,

— температура 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 салоне прицепного вагона-ресторана



— 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, $t^{ст}$, $t^{пол}$, °С (за исключением остекленных и металлических частей);

- температура пола, $t^{пол}$, °С;

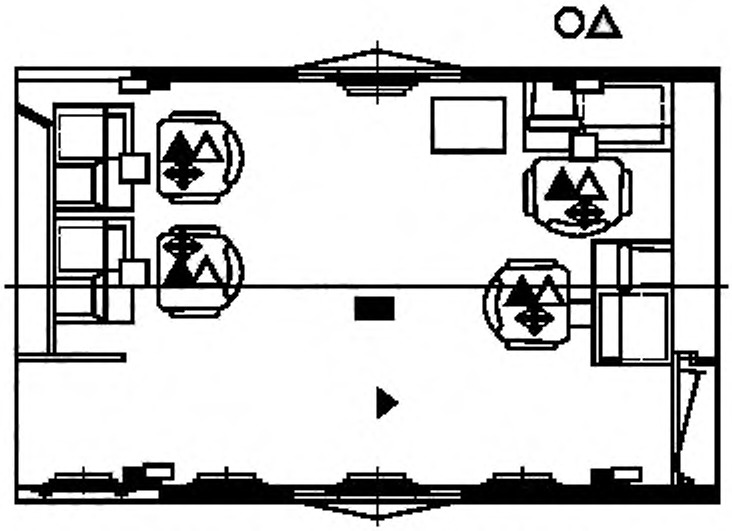
температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения, $t^{в/огр}$, °С.

— температура наружного воздуха по 4.3.10, $t^{нар}$, °С;

— относительная влажность наружного воздуха по 4.3.10, φ, %;

— температура 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, $t^{ст}$, $t^{пол}$ °С;

температура пола, $t^{пол}$, °С,

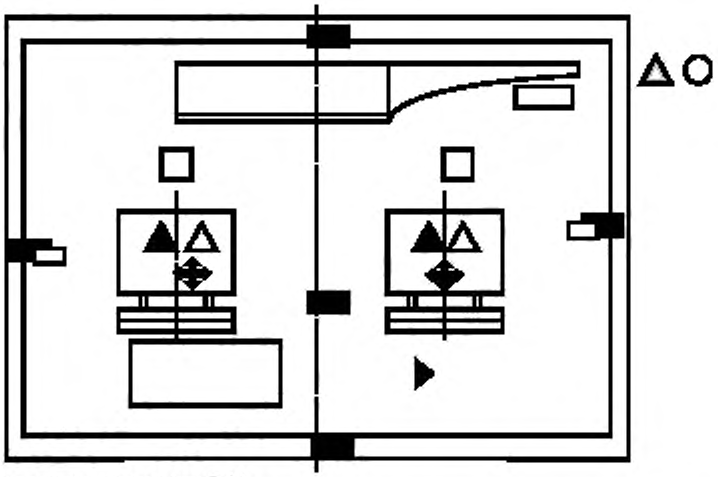
температура воздуха на расстоянии 150 мм от места измерения температуры ограждений помещения, $t^{в/огр}$, °С,

— температура наружного воздуха по 4.3.10, $t^{нар}$, °С;

·· относительная влажность наружного воздуха по 4.3.10, φ, %,

— температура воздуха, подаваемого в помещение, в плоскости выходного отверстия оборудования воздушного отопления, $t_{выт}$, °С

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



Условные обозначения по рисунку Б.11

Рисунок Б.12 — Размещение точек измерения параметров микроклимата для холодного периода года в 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 измерений 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 от кондиционера, °С
			Правая сторона			Левая сторона			
			I пояс	II пояс	III пояс	I пояс	II пояс	III пояс	
Подготовительный период испытаний									
	Система автоматического поддержания температуры воздуха в помещении установлена на + …..°С								

Окончание таблицы В 2

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 от кондиционера, °С
			Правая сторона			Левая сторона			
			I пояс	II пояс	III пояс	I пояс	II пояс	III пояс	
Основной период (период проведения измерений)									
Среднее значение температуры на каждом месте измерения (в салонах — на местах размещения пассажиров)		$t_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i^{нар}$	$t_{ср.1}^{1500}$	$t_{ср.2}^{1500}$	$t_{ср.3}^{1500}$	$t_{ср.4}^{1500}$	$t_{ср.5}^{1500}$	$t_{ср.6}^{1500}$	

Таблица В.3 — Результаты измерений и расчетов температуры воздуха в помещении объемом не более 15 м^3 (кабины, служебные и бытовые посещения) 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 от 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		$t_{ср}^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i^{нар}$	$t_{ср.1}^{1500}$	$t_{ср.2}^{1500}$	$t_{ср.3}^{1500}$	

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	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 от 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	1500 мм	150 мм	1500/150 мм	1500 мм	150 мм	1500/150 мм	1500 мм	150 мм	1500/150 мм	
			Правая сторона									Левая сторона									
			I пояс			II пояс			III пояс			I пояс			II пояс			III пояс			
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)		$t_{ср}^{пар}$	$t_{ср.1}^{1500}$		$\Delta t_{ср.1}^{h}$	$t_{ср.2}^{1500}$		$\Delta t_{ср.2}^{h}$	$t_{ср.3}^{1500}$		$\Delta t_{ср.3}^{h}$	$t_{ср.4}^{1500}$		$\Delta t_{ср.4}^{h}$	$t_{ср.5}^{1500}$		$\Delta t_{ср.5}^{h}$	$t_{ср.6}^{1500}$		$\Delta t_{ср.6}^{h}$	

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

Время измерения ч/мин	Скорость движения объекта* км/час	Температура наружного воздуха, °С	Место измерения 1 (рабочее место машиниста)			Место измерения 2 (рабочее место помощника)			Температура на выходе из технологического отверстия раздачи воздуха от оборудования воздушного 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 температур по высоте 1500/150 мм, °С	температура воздуха на высоте, °С		перепад температур 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)		$t_{ср}^{нар}$	$t_{ср.1}^{1500}$		$\Delta t_{ср.1}^{h}$	$t_{ср.2}^{1500}$		$\Delta t_{ср.2}^{h}$		Среднее значение перепада температуры воздуха по ширине $\Delta t_{ср}^{ш}$ (см. 4.7.2.5)

* Скорость обдува объекта при проведении испытаний в климатической камере в соответствии с 4.4.4.2.

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

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

Таблица В.7— Результаты измерений 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		
	I пояс	II пояс	III пояс	I пояс	II пояс	III пояс
	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) $V_{ср.j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} V_{ij}$	$V_{ср1}$	$V_{ср2}$	$V_{ср3}$	$V_{ср4}$	$V_{ср5}$	$V_{ср6}$

Таблица В.8 — Результаты измерений 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) $V_{ср.j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} V_{ij}$	$V_{ср1}$	$V_{ср2}$	$V_{ср3}$	$V_{ср4}$

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

Порядковый № измерения по времени	Перепад температуры воздуха по горизонтали (по ширине помещения), $\Delta t^{ш}$, °С			Перепад температуры воздуха по горизонтали (по длине помещения), $\Delta t^{/}_{ср}$, °С	
	1 пояс	2 пояс	3 пояс	Правая сторона	Левая сторона
	$\Delta t^{ш}_{ср\ 1}$	$\Delta t^{ш}_{ср\ 2}$	$\Delta t^{ш}_{ср.3}$	$\Delta t^{/(прав)}_{ср}$	$\Delta t^{/(лев)}_{ср}$
	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 измерений 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*			среднее значение**		на высоте от пола, мм	измеренное значение	среднее значение*			среднее значение**					среднее значение
	Основной период (период проведения измерений)																		
	600							600							Место измерения 1				
	1000							1000											
															Место измерения 2				
	1500							1500											

Окончание таблицы В.10

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*			среднее значение**		на высоте от пола, мм	измеренное значение	среднее значение*			среднее значение**						среднее значение
	600							600							Место измерения 3					
	1000							1000							Место измерения 4					
	1500							1500												
	600							600							Место измерения 5					
	1000							1000							Место измерения 6					
	1500							1500												
	*Среднее значение температуры ограждения — см. 4.7.2.7. **Среднее значение перепада между температурой ограждения (в каждой точке на каждой плоскости) и температурой воздуха в 150 мм от ограждения $\Delta t_{ср.j}^{огр}$ — 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) $t_{ср.i}^{торц\ стен}$ (см. 4.7.2.8)	Среднее значение температуры ограждения помещения (потолка) $t_{ср.i}^{потолок}$ (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			
			I пояс	II пояс	III пояс	I пояс	II пояс	III пояс	
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	$V_{ср.i} = \frac{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}^1 + V_{ij}^2 + V_{ij}^3)}{3n}$, 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. 7.4.1)		

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 используются данные, полученные в испытаниях 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» (таблица 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 для расчета *PMV* в закрытых помещениях (Г.1)—(Г.5).

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), $W = 0$, Вт/м^2;
- 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).

* 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».

Показатель PMV рассчитывается по формулам (Г.1)—(Г.5).

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

$$t_{c1} = 35{,}7 - 0{,}028 \cdot (M - W) - I_{c1} \cdot \left\{ 3{,}96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{c1} \cdot \left[(t_{c1} + 273)^4 - (\overline{t}_r + 273)^4 \right] + f_{c1} \cdot h_c \cdot (t_{c1} - t_a) \right\}, \quad (Г.2)$$

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

$$f_{c1} = \begin{cases} 1{,}0 + 1{,}29 \cdot I_{c1} & \text{если } I_{c1} \le 0{,}078 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \\ 1{,}05 + 0{,}645 \cdot I_{c1} & \text{если } I_{c1} > 0{,}078 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{cases}, \quad (Г.4)$$

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;

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

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

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

f_{c1} — коэффициент площади поверхности одежды;

h_c — коэффициент конвективного теплообмена, Вт/(м^2 · К);

t_{c1} — температура поверхности одежды, °С;

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

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

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.

Примечания

1 Для пожилых людей и инвалидов (купе для инвалидов) следует использовать при расчетах более низкий уровень терморегуляции (не более 58 Вт/м^2), а для инвалидов в инвалидных колясках учитывать показатель теплоизоляции инвалидной коляски (0,1—0,2 кло). Для пожилых людей и людей с физическими недостатками 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*, %, рассчитывается на основе показателя *PMV* по формуле

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

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 2-3 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 величину от 5 °С до 10 °С, на стоянке на открытых путях в период максимальной солнечной активности (12—16 ч местного времени), в отсутствие облачности и осадков.

Д.2 Для каждого цикла по результатам испытаний определяют 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.

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

Д.3 При допущении о линейной зависимости температуры воздуха в помещении от наружной температуры коэффициент эффективности работы системы кондиционирования $K_{эф}$ определяется по формулам (Д.2)—(Д.4)

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

где n — количество циклов испытаний при различных наружных температурах;

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

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

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

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.

Тепловая нагрузка, Вт, определяется по формуле

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

Е.4 Имитируемая тепловая нагрузка от людей по 4.3.4.2. Количество людей по 4.3.4.3.

Е.5 Имитируемая тепловая нагрузка от оборудования принимается равной значению, указанному в технической документации на объект испытания.

Е.6 Имитируемая тепловая нагрузка от проникновения солнечных лучей через изделия остекления, Вт, определяется для боковых стекол по формуле (Е.2), для лобового стекла — по формуле (Е.3)

$$Q_{свет} = 800 \cdot \cos(30)\, F_{свет.бок.} \cdot K_{свет.\,бок}, \quad (Е.2)$$

$$Q_{свет} = 800 \cdot \cos(15) \cdot F_{свет.лоб.} \cdot K_{свет.лоб}, \quad (Е.3)$$

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

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

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

$K_{свет.бок}$ — 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°. При иных значениях углов наклона установки изделий остекления относительно вертикали, α, мощности солнечного облучения, θ, Вт/м^2, коэффициентов пропускания света в установленных изделиях остекления необходимо использовать 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 Имитируемая тепловая нагрузка, Вт, от дополнительно передаваемого тепла через нагретые солнцем поверхности, из расчета мощности солнечного облучения 800 Вт/м^2, определяется для боковой поверхности кузова по формуле (Е.5), для крыши по формуле (Е.6), по всей поверхности по формуле (Е.7)

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

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

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

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

$F_{бок.пов.}$ — 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 случае наличия данных, отличных от приведенных, необходимо использовать расчет по формуле в общем виде:

$$Q_{\text{поверхн}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \rho \cdot \theta \cdot \cos(30 - \alpha) \cdot \sum_{i=1}^{n} (F_{\text{поверхн } i} \cdot K_i), \qquad (Е.8)$$

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

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

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

ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения;

$\alpha_{\text{н}}$ — коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности, Вт/(м^2 · °С);

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

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

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

Е.9 Под холодильной камерой (камерой «холода») 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 отключением систем защиты от перегрева.

Е.12 Обработка результатов испытаний производится 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)*.

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

Тепловая мощность для нагрева подаваемого наружного воздуха, Вт,

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

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, определяемый 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.

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

Тепловая мощность для компенсации теплопотерь через теплоограждающие поверхности, Вт,

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

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

Суммарная тепловая мощность, задействованная при испытании данной отопительной группы, Вт

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

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

Тепловая мощность для нагрева инфильтрационного воздуха, Вт, определяется по формуле

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

где V — объем помещения, м^3.

Тепловая мощность для компенсации теплопотерь через теплоограждающие поверхности по (Ж.3).

Суммарная тепловая мощность, задействованная при испытании данной отопительной группы, Вт, определяется по формуле

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

Ж.4 Суммарная фактическая тепловая мощность системы, Вт, определяется 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 (минимальная температура наружного воздуха для холодного периода года и конструкционная скорость движения в соответствии с ТЗ или ТУ), Вт/(м^2·°С), определяют по формуле

---

* В Российской Федерации методы испытаний по определению среднего коэффициента теплопередачи ограждений помещения и температурного коэффициента герметичности — по ГОСТ Р 55527—2013.

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

где v — 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, Вт, определяют по формуле

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

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

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

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

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

Ж.7 Требуемая тепловая мощность для нагрева поступающего наружного воздуха, Вт, определяется 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):

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

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 $\sqrt[3]{v}$;

- 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):

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

- 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):

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

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

Ж.8 Требуемая отопительная мощность системы для предельных температурных условий эксплуатации объекта испытаний, Вт, определяется по формуле

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

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

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

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

Температура ограждения помещения для предельных температурных условий, °С, рассчитывается по результатам испытаний по определению параметров микроклимата в холодный период по формуле

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

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

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

$t^{нар}$ — измеренная температура наружного воздуха, °С;

$t_{ТУ}^{нар}$ — минимальная температура наружного воздуха для холодного периода года, °С.

Ж.11 Перепад между температурой ограждения, граничащего с наружным воздухом, и температурой воздуха в 150 мм от него, °С, для предельных температурных условий определяется по формуле

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

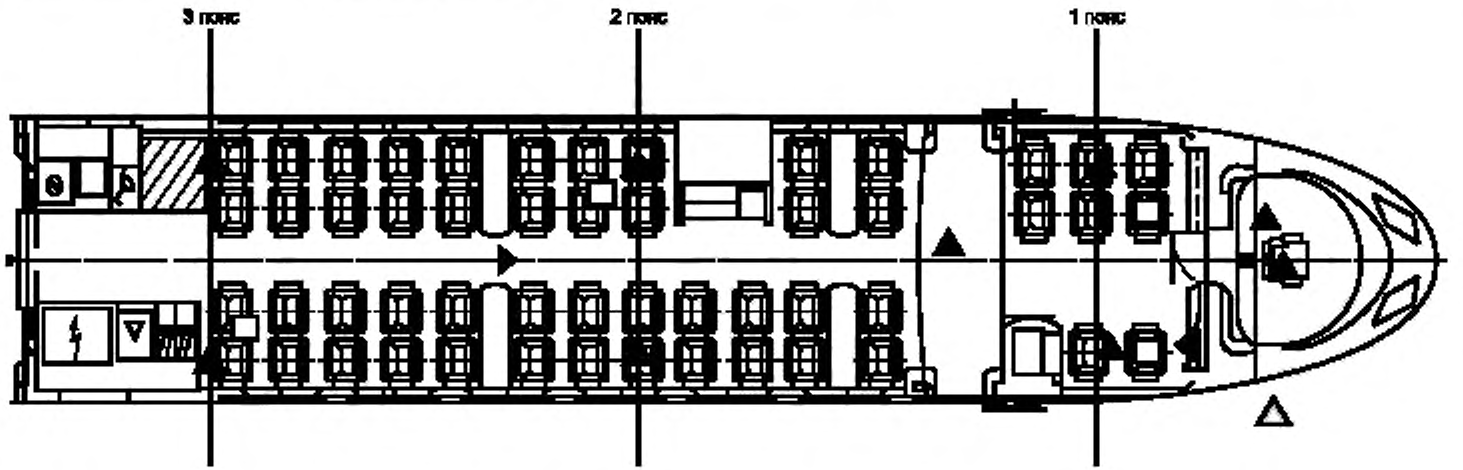
где $t^{в/огр}$ — измеренная температура воздуха в 150 мм от точки измерения температуры соответствующего ограждения во время проведения испытаний по определению параметров микроклимата в холодный период, °С;

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

Приложение И
(рекомендуемое)

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

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

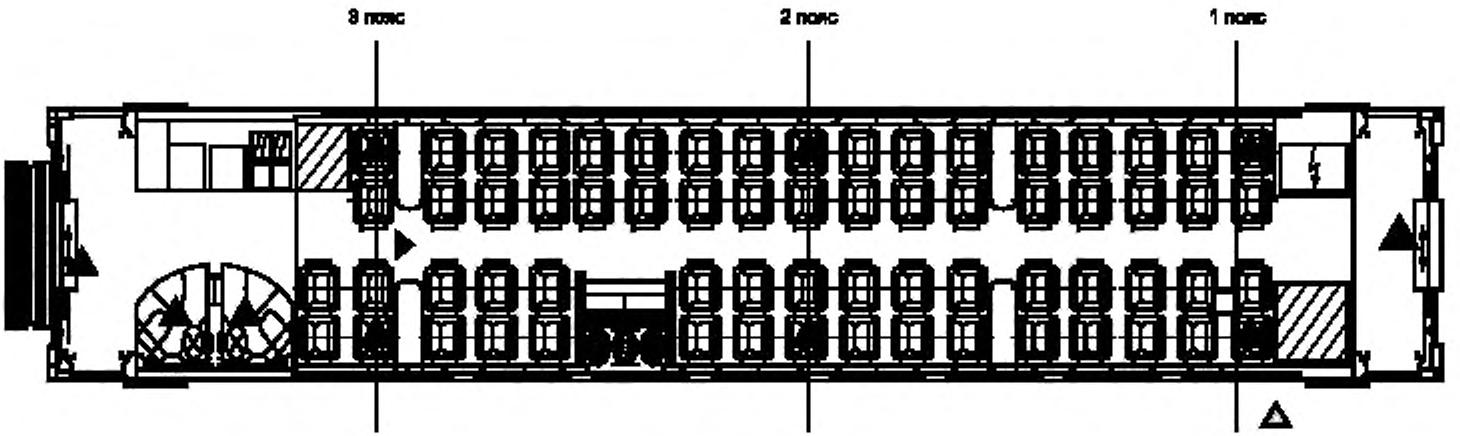


▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола, t^{1500}, °С

△ — 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

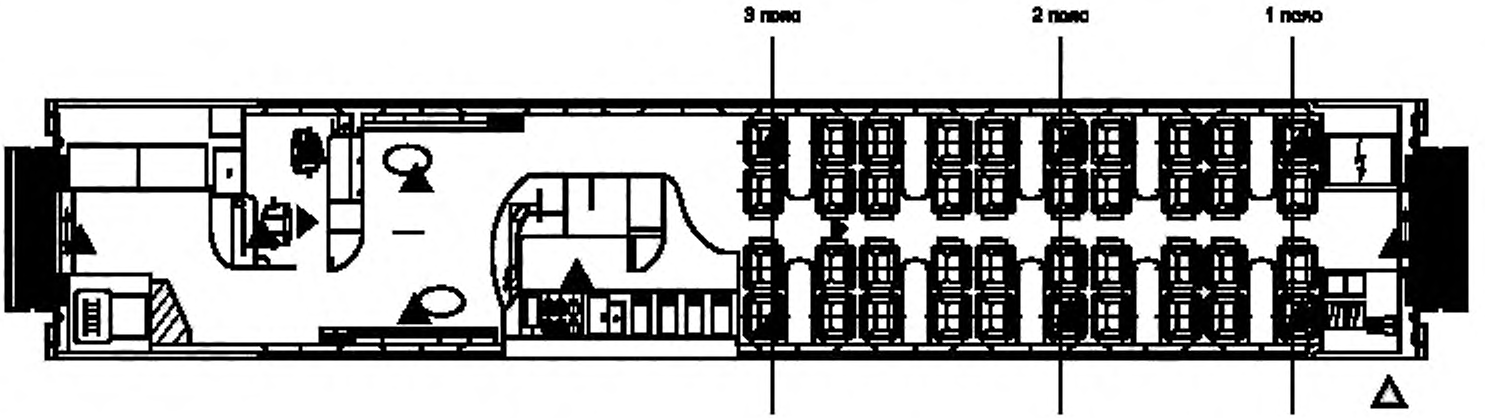


▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола, t^{1500} °С;

△ — 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 салоне прицепного вагона

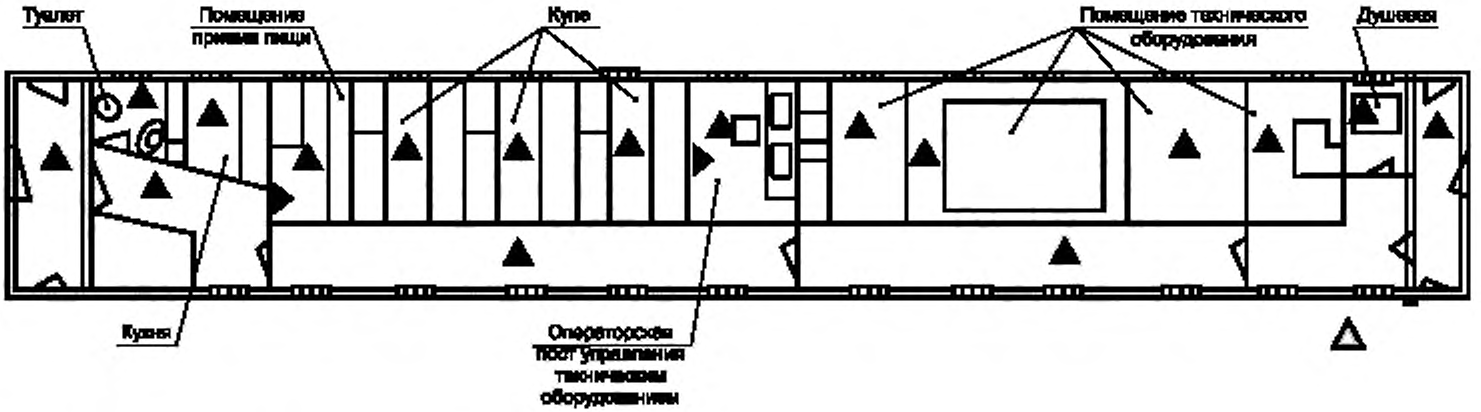


▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола, t^{1500}, °С,

△ — 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 салоне прицепного вагона-ресторана

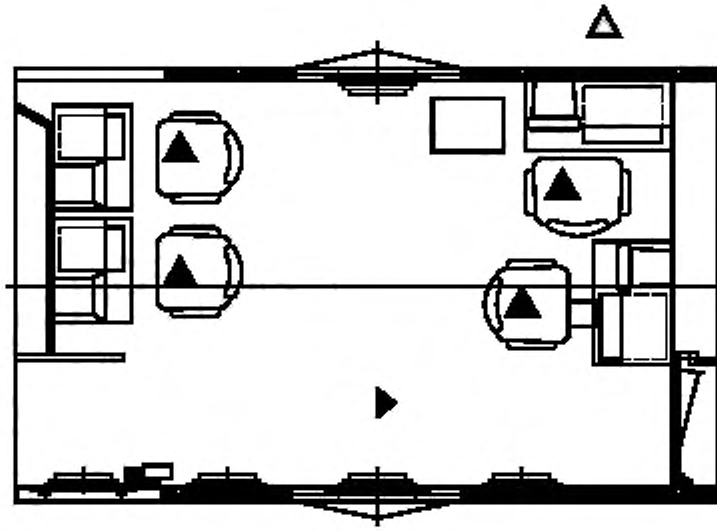


▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола, t^{1500}, °С,

△ — 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 вагоне СПС

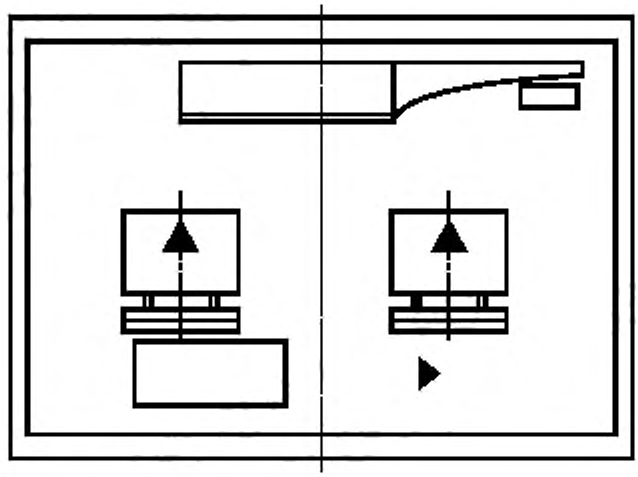


▲ — температура воздуха на уровне 1500 мм от пола, t^{1500}, °С;

△ — 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



Условные обозначения по рисунку И.5.

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

Приложение К
(обязательное)

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

К.1 Общие положения

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

К.1.2 Показателем, характеризующим подачу наружного воздуха в помещение железнодорожного подвижного состава, является количество наружного воздуха, подаваемого в помещение на 1 человека, L, м^3/ч.

К.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.

К.2 Средства измерений

К.2.1 Требования к средствам измерений по разделу 4.5 (4.5.1, 4.5.2, 4.5.7, 4.5.8).

К.2.2 Измерение концентрации CO_2 в воздухе производят газоанализатором или иным средством измерения с пределами погрешности ±6 % с шагом не менее 0,001 об.% и диапазоном измерения от 0 до 1 об.%.

К.2.3 Количество подаваемого углекислого газа определяют расходомером с погрешностью ±5 %.

К.2.4 Скорость движения объекта испытания определяют по штатному скоростемеру с точностью ±5 км/ч либо при помощи другого средства измерения скорости.

К.3 Условия проведения испытаний

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

К.3.2 Для проведения испытаний должна быть обеспечена работа штатной системы вентиляции в режимах ее эксплуатации, указанных в 6.1, с соблюдением требований, установленных в технической документации на объект испытаний по производительности системы подачи наружного воздуха для соответствующего температурного режима и количества людей.

К.3.3 До проведения испытаний уточняется количество людей в помещении объекта испытаний по 4.3.4.3. Определяется количество CO_2, необходимого для подачи в помещение, м^3/ч. Оно должно соответствовать значению, полученному расчетом по формулам (К.1) — для салонов и (К.2) — для кабин машиниста.

$$L_{CO_2} = m \cdot 0{,}015, \qquad (К.1)$$

$$L_{CO_2} = m \cdot 0{,}03, \qquad (К.2)$$

где m — количество людей в помещениях объекта испытаний.

При подаче CO_2 должно выполняться условие его максимального перемешивания и распределения по всему объему помещения.

К.3.4 Испытания проводят при соблюдении условий, приведенных в 4.3.7 и 4.3.11.

К.4 Порядок проведения испытаний

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

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

К.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. В случае, если испытания проводятся в кабине моторвагонного подвижного состава, оборудование, обеспечивающее подачу наружного воздуха в помещениях, примыкающих к кабине, также включают.

К.4.4 Осуществляют подачу CO_2 в помещение в количестве L_{CO_2}. Для выполнения требования о максимальном перемешивании углекислого газа и распределении по всему объему помещения рекомендуется осуществлять подачу CO_2 в отверстие забора рециркуляционного воздуха.

К.4.5 В случае, когда измерение количества наружного воздуха, подаваемого в помещение, производится в движении с конструкционной скоростью объекта испытаний, допускается ее изменение в пределах ±5 %.

К.4.6 Регистрацию значений концентрации CO_2 в помещении, C, и снаружи, $C^{нар}$, об.%, 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 проводятся в движении). Регистрация проводится в течение последующих 10 мин с частотой не менее двух раз в минуту.

К.4.7 Регистрируют значение температуры наружного воздуха, $t^{нар}$, с частотой не менее одного раза в 5 мин.

К.5 Обработка результатов испытаний

К.5.1 Определяют среднее значение концентрации CO_2, об.%, внутри помещения по формуле К.3 и вне его по формуле К.4

$$-\sum \frac{C \ + C_j + ...C_i}{} \tag{К.3}$$

$$C^{нар} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} C_i^{нар}, \tag{К.4}$$

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.

К.5.2 Определяют среднее количество наружного воздуха L, м^3/ч, подаваемое в помещение на 1 человека на стоянке

$$L = \frac{1}{m} \cdot \frac{L_{CO_2}}{C - C^{нар}} \cdot 10^2, \tag{К.5}$$

Количество наружного воздуха, подаваемое в помещение на 1 человека в движении с конструкционной скоростью, рассчитывается по формуле (К.5) и обозначается как $L^{констр}$.

К.5.3 Точность определения количества наружного воздуха, подаваемого в кабину или салон L, зависит от точности результатов прямых измерений величин L_{CO_2} и ΔC. Значение погрешности косвенного измерения количества наружного воздуха L, м^3/час, определяют по формуле

$$\varepsilon_L = \sqrt{\left(\frac{\partial L}{\partial L_{CO_2}}\right)^2 \cdot \varepsilon_{CO_2}^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial C}\right)^2 \cdot \varepsilon_C^2}, \tag{К.6}$$

где $\partial L_{CO_2}, \partial C$ — частные производные функции L;

ε_{CO_2}, ε_C — погрешности результатов измерения величин L_{CO_2} и $\Delta C = (C - C^{нар})$.

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 *В.А. Сиволалов*
Технический редактор *В.Ю. Фотиева*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.Е. Кругова*

Сдано в набор 29.04.2016. Подписано в печать 01.06.2016. Формат 60 ×84 1/8. Гарнитура Ариал
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,90. Тираж 33 экз. Зак. 1401

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru