ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО/ТУ 13732-2— 2008

Эргономика термальной среды

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ КОНТАКТЕ С ПОВЕРХНОСТЯМИ

Часть 2

Контакт с поверхностью умеренной температуры

ISO/TS 13732-2:2001
Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature (IDT)

Издание официальное

БЗ 7—2008/175

Москва
Стандартинформ
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода международного документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 484-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу ИСО/ТУ 13732-2:2001 «Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть 2. Контакт человека с поверхностями умеренной температуры» (ISO/TS 13732-2:2001 «Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочного международного стандарта соответствующий ему национальный стандарт Российской Федерации, сведения о которых приведены в приложении А

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом 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

© Стандартинформ, 2009

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 Параметры, влияющие на тепловые ощущения при соприкосновении 1
4 Прогнозирование тепловых ощущений 3
Приложение А (справочное) Сведения о соответствии национального стандарта Российской Федерации ссылочному международному стандарту 9

Введение

Контакт кожи человека с твердыми поверхностями может вызывать термальный дискомфорт, степень которого зависит от соприкасающейся части тела, температуры и типа материала поверхности. Тепловые ощущения могут также усиливаться при работе на станках, с ручным инструментом и при выполнении ручной работы. Соприкосновение кожи с металлом при комнатной температуре может вызывать ощущение холода, в то время как соприкосновение с деревом может быть комфортным. Эти тепловые ощущения, в том числе степень дискомфорта, необходимо учитывать при проектировании и установке перил, ручек в транспортных средствах, ручных инструментов, напольных материалов в помещениях, в которых люди ходят босиком, а дети играют на полу. В настоящем стандарте представлены некоторые фундаментальные эргономические данные, использование которых поможет прогнозировать тепловые ощущения, в том числе степень дискомфорта, вызванные контактом с поверхностями умеренной температуры.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика термальной среды

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ КОНТАКТЕ С ПОВЕРХНОСТЯМИ

Часть 2

Контакт с поверхностью умеренной температуры

Ergonomics of the thermal environment. Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces. Part 2. Contact with moderate temperature surface

Дата введения — 2009 — 12 — 01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает принципы и методы прогнозирования тепловых ощущений, в том числе степени дискомфорта, людей там, где части тела соприкасаются с твердыми поверхностями при умеренных температурах поверхности (приблизительно от 10 °С до 40 °С).

В стандарте введены показатели тепловых ощущений человека при соприкосновении с твердыми поверхностями рук, ног и при сидении на полу (далее — тепловые ощущения при соприкосновении).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ИСО 13732-1:2006 Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть 1. Горячие поверхности

3 Параметры, влияющие на тепловые ощущения при соприкосновении

При прогнозировании тепловых ощущений человека важно принять во внимание положения, описанные в 3.1—3.5.

3.1 Температура кожи и окружающей среды

В теплой окружающей среде холодная поверхность дает ощущение комфорта, и, наоборот, в холодной окружающей среде ощущение комфорта вызывает теплая поверхность. Таким образом, на тепловые ощущения при касании поверхности оказывает влияние температура окружающей среды. Та же самая поверхность может ощущаться прохладной или теплой в зависимости от температуры части тела, вступающей в контакт. Поэтому на тепловые ощущения влияют и температура окружающей среды, и температура кожи человека.

3.2 Часть тела и тип контактируемых объектов

Температура поверхности для ощущения комфорта зависит от типа объекта (пол, ручка), части тела (рука, нога) и материала поверхности (металл, древесина). Для прогнозирования теплового ощущения должны быть известны часть тела, вступающая в контакт с объектом, и материал поверхности.

3.3 Продолжительность контакта и соприкосновение под давлением

Температура кожи, соприкасающейся с поверхностью, может изменяться в зависимости от продолжительности контакта, а следовательно, тепловое ощущение со временем может измениться. Поэтому необходимо определить продолжительность контакта для прогнозирования тепловой чувствительности. Например, продолжительность касания ногами пола в гостиной комнате может превышать 10 мин в позе

Издание официальное

стоя или составлять менее 1 мин при ходьбе, а контакт между рукой и кнопкой звонка у двери может длиться всего несколько секунд. Температура кожи при касании под высоким давлением будет выше, если поверхность более теплая, и ниже, если поверхность более холодная, чем при касании при низком давлении, из-за ограниченной циркуляции крови в капиллярах. В случае высокого давления при касании в течение длительного времени в умеренных температурных условиях, при температурах ниже болевого порога может возникнуть местный дискомфорт и даже повреждение ткани (см. ИСО 13732-1).

3.4 Поверхности с источником тепла или без него

Существуют три следующих типичных варианта:

- поверхность без источника тепла, когда температура поверхности близка к температуре окружающей среды (ручка, перила, ручной инструмент, мебель);
- поверхность с подогревом для получения комфортной температуры поверхности выше температуры окружающей среды (пол с подогревом, сиденье с подогревом);
- поверхность с источником охлаждения для получения температуры поверхности ниже температуры окружающей среды (пол с охлаждением, сумка-холодильник).

Температура поверхности и тип источника тепла поверхности являются важными факторами для прогнозирования тепловых ощущений. Следует отметить, что существуют различия между электрическим нагревом и водяным нагревом. При электрическом нагреве, как правило, поступление тепла обеспечивается независимо от температуры поверхности. Водяная нагревательная система не обеспечивает поддержание температуры выше температуры воды.

3.5 Коэффициент соприкосновения и температуропроводность материала

Тепловые ощущения при соприкосновении зависят от материалов, из которых изготовлены поверхности, даже если эти материалы имеют одинаковую температуру. Температуру соприкосновения t_k, образующуюся при контакте двух твердых объектов с разными температурами, вычисляют по формуле

$$t_k = (b_1 t_1 + b_2 t_2)/(b_1 + b_2), \quad (1)$$

где t_1 — начальная температура объекта 1, °С;

t_2 — начальная температура объекта 2, °С;

b_1 — коэффициент соприкосновения для объекта 1, $(Вт \cdot ч)^{0,5}/(м^2 \cdot °С)$;

b_2 — коэффициент соприкосновения для объекта 2, $(Вт \cdot ч)^{0,5}/(м^2 \cdot °С)$.

Коэффициент соприкосновения вычисляют по формуле

$$b = (\lambda c \rho)^{0,5}, \quad (2)$$

где λ — теплопроводность, Вт/(м · °С);

c — удельная теплоемкость, Дж/(кг · °С);

ρ — удельная масса, кг/м^3.

Тепловой поток q между поверхностями, выраженный в Вт/м^2, вычисляют по формуле

$$q = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{b_1 b_2}{b_1 + b_2} (t_1 - t_2) \frac{1}{\sqrt{\tau}}, \quad (3)$$

где τ — время соприкосновения, ч.

Поскольку рука, нога или любая другая часть тела не является жестким, твердым объектом, эти формулы не позволяют точно спрогнозировать температуру соприкосновения и потерю тепла с кожи, соприкасающейся с объектом.

Для характеристики контакта с материалом в неустойчивом состоянии используют коэффициент температуропроводности[1)] (далее — температуропроводность) d, м^2/с:

$$d = \lambda/(c\rho). \quad (4)$$

[1)] В Российской Федерации термин «коэффициент температуропроводности» тождествен термину «температуропроводность».

Значения коэффициентов соприкосновения и температуропроводности можно использовать для учета свойств материала при прогнозировании тепловых ощущений при соприкосновении. Температура кожи соприкасающейся части тела или потеря тепла на этом участке кожи является важным показателем для прогнозирования ощущений от теплового контакта.

В настоящем стандарте (см. 4.2.1) описан метод проверки тепловых характеристик материалов путем измерения потери тепла с поверхности искусственной ноги.

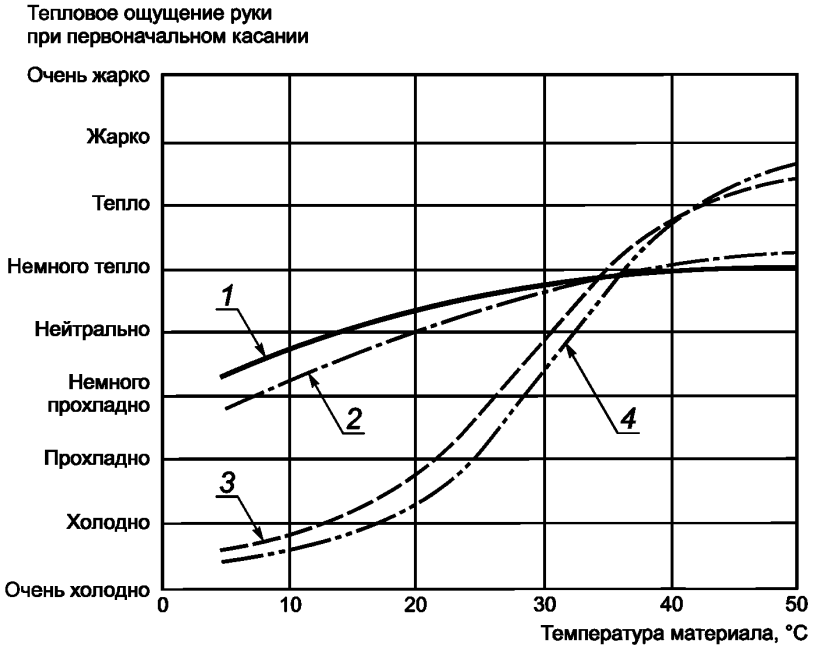
4 Прогнозирование тепловых ощущений

4.1 Тепловые ощущения при касании рукой

На рисунке 1 приведены в графической форме тепловые ощущения, возникающие при первоначальном касании голой рукой материалов различных типов, в зависимости от температуры поверхности. Ощущения определены при первоначальном контакте с лестничными перилами и дверными ручками.

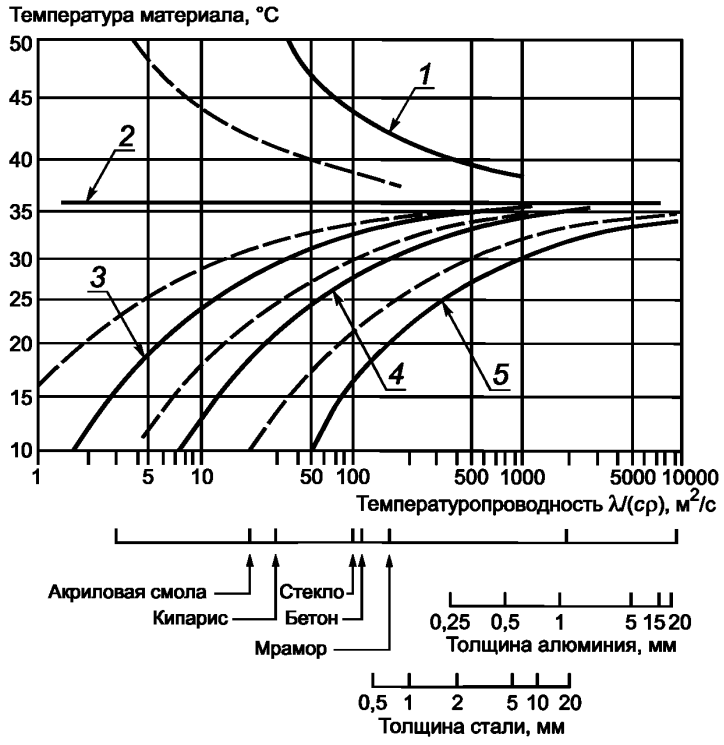
Тепловое ощущение при соприкосновении с деревом/пластмассой (температуропроводность от 6 до 20 $м^2/с$) изменяется очень незначительно в зависимости от температуры материала. Для стали (1200 $м^2/с$) и алюминия (6600 $м^2/с$) эти изменения существенно больше. При температуре изготовленной из любых материалов поверхности 36 °С тепловое ощущение при соприкосновении является нейтральным, поскольку температура материала и кожи одинакова.

На рисунке 2 показано соотношение между тепловым ощущением голой руки при первоначальном касании, температуропроводностью и температурой материала. Тепловое ощущение можно прогнозировать на основе температуропроводности и температуры материала. Например, для стали или алюминия ощущение при касании тонкой пластины сильнее по сравнению с ощущением, возникающим при касании толстой пластины.



1 — дерево; *2* — пластмасса; *3* — сталь; *4* — алюминий

Рисунок 1 — Соотношение между температурой материала и тепловым ощущением руки при первоначальном касании



1 — тепло; *2* — немного тепло; *3* — нейтрально; *4* — немного прохладно; *5* — прохладно

Рисунок 2 — Соотношение между температуропроводностью материала, температурой материала и тепловым ощущением руки при первоначальном касании

4.2 Тепловые ощущения при контакте ног с полом

4.2.1 Тепловая характеристика пола

Как указано в 3.5, коэффициенты соприкосновения *b* и температуропроводности *d* можно использовать для получения характеристики материала относительно ощущения тепла или холода при касании. Однако метод редко применяют на практике из-за неоднородности материала.

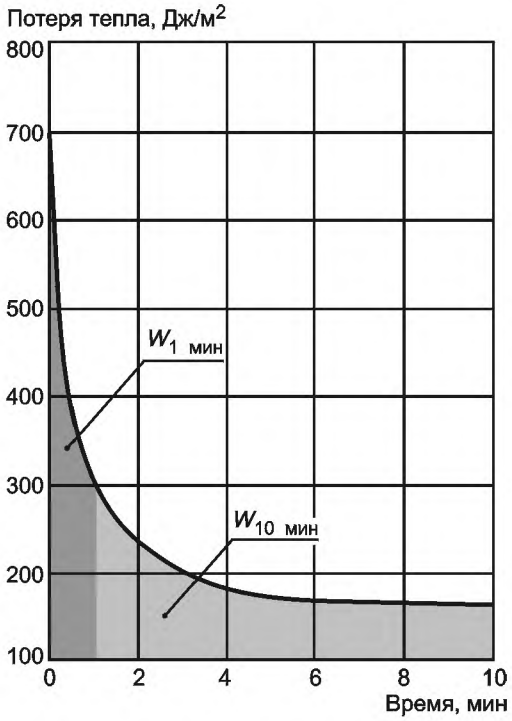
Более реальный метод испытаний и сравнения полов различных конструкций заключается в том, что потерю энергии (в килоджоулях на квадратный метр) измеряют с использованием искусственной ноги, соприкасающейся с полом. Эта искусственная нога состоит из заполненного водой цилиндра (диаметром 15 см) с резиновой мембраной в основании. Потерю тепла определяют за время соприкосновения 1 и 10 мин (рисунок 3). Стандартными условиями считают температуру искусственной ноги 33 °С и температуру пола 18 °С. Если температура пола отличается от 18 °С, потерю тепла пересчитывают к стандартным условиям, используя формулу (5), которую можно применять для диапазона температур пола от 10 °С до 25 °С.

Потерю энергии (тепла) W_{18}, кДж/м^2, оцененную для температуры пола 18 °С, вычисляют по формуле

$$W_{18} = W_{t_1} \frac{15}{33 - t_1}, \qquad (5)$$

где W_{t_1} — потеря тепла, измеренная при температуре t_1, кДж/м^2;

t_1 — температура пола, °С.



$W_{1\ мин}$ — количество тепла, Дж/1 мин; $W_{10\ мин}$ — количество тепла, Дж/10 мин

Рисунок 3 — Пример определения потери тепла при контакте искусственной ноги с полом

Результаты измерений для наиболее типичных материалов пола приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Значения комфортной для человека в позе стоя температуры пола из различных материалов (в позе сидя люди предпочитают температуры на 1 °С — 2 °С выше) в зависимости от времени соприкосновения

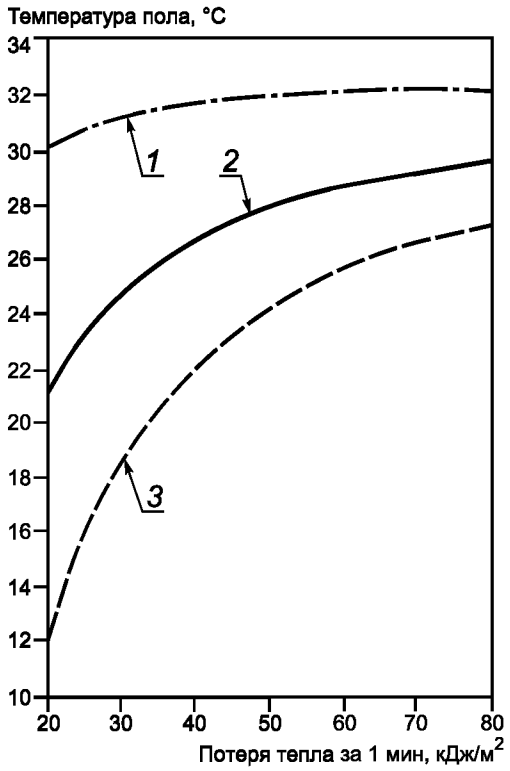
Конструкция пола (толщина)	Потеря тепла, кДж/м^2		Оптимальная температура пола, °С		Рекомендуемый диапазон температур пола, °С	
	1 мин	10 мин	1 мин	10 мин	1 мин (10 % неудовлетворенных)	10 мин (15 % неудовлетворенных)
Текстильное покрытие	17	75	19	24	8—30	20—28
Пушистый (бархатный) ковер	20	91	21	24,5	12—30,5	21—28
Ковер из сизали	14	123	23	25	15,5—31	22,5—28
Покрытие из нетканого материала	21	111	22	25	13—30,5	22—28
Пробковый пол (5 мм)	26	145	24	26	17—31	23—28
Пол из сосновой доски	29	124	25	25	18,5—31	22,5—28
Пол из дубовой доски	36	182	26	26	21,5—31,5	24,5—28
Деревянный пол	38	134	26,5	25,5	22—31,5	23—28
Виниласбестовая плитка	80	485	30	28,5	28—32,3	27,5—29
ПВХ-покрытие с войлочным основанием	49	242	28	27	24,5—32	25,5—28
ПВХ-покрытие (2 мм)	60	365	29	27,5	26—32	26,5—28,5
Мозаичный пол (5 мм) на пенобетоне	60	301	29	27	26—32	26,5—28,5
Мозаичный пол (5 мм) на пробке (20 мм)	63	211	29	26,5	26,5—32	25—28

Окончание таблицы 1

Конструкция пола (толщина)	Потеря тепла, кДж/м^2		Оптимальная температура пола, °С		Рекомендуемый диапазон температур пола, °С	
	1 мин	10 мин	1 мин	10 мин	1 мин (10 % неудовлетворенных)	10 мин (15 % неудовлетворенных)
Твердый линолеум (2,5 мм) на деревянном полу	46	176	28	26	24—32	24—28
Твердый линолеум (2,2 мм) на бетоне	45	296	28	27	23,5—32	26—28,5
Крашеный бетонный пол	77	487	30	28,5	27,5—32,5	27,5—29
Бетонный пол	50	298	28,5	27	24,6—32,0	26—28,5
Мрамор	75	511	30	29	27,5—32,5	28—29,5
Бетонные плиты, отделанные стальной гладилкой	63	475	29	28,5	26,5—32	27,5—29
Бетонные плиты, отделанные деревянной гладилкой	60	419	29	28	26,0—32	27—29

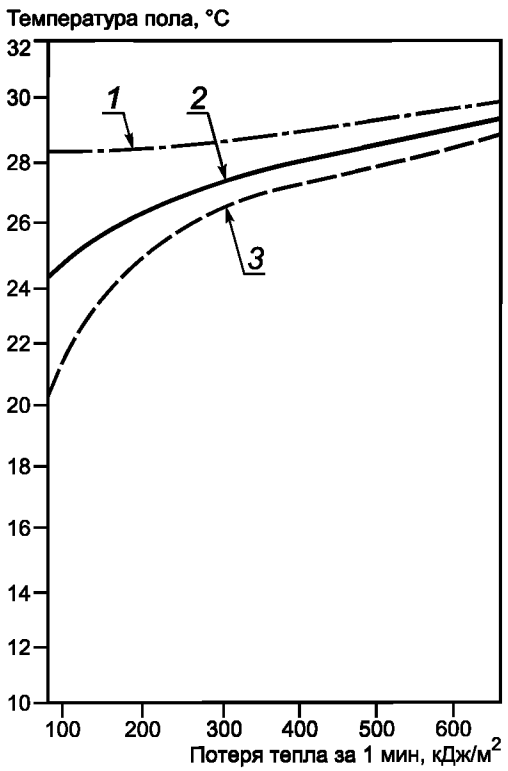
4.2.2 Соотношение между тепловой характеристикой полов и тепловым ощущением при соприкосновении с полом босых ног/ног в носках

При измерении температуры с участием субъектов в позе стоя на полах различных конструкций были определены соотношения, показанные на рисунках 4 и 5. Как видно из полученных результатов,



1 — верхний предел; *2* — оптимальный уровень; *3* — нижний предел

Рисунок 4 — Соотношение между измеренной потерей тепла искусственной ноги и оптимальной температурой пола (2 % неудовлетворенных) и границы интервала, внутри которого неудовлетворенные субъекты составят в среднем менее 10 % (субъекты стояли босиком в течение 1 мин)



1 — верхний предел; *2* — оптимальный уровень; *3* — нижний предел

Рисунок 5 — Соотношение между измеренной потерей тепла искусственной ноги и оптимальной температурой пола (11 % неудовлетворенных) и границы интервала, внутри которого неудовлетворенные субъекты составят менее 15 % (субъекты стояли босиком в течение 10 мин)

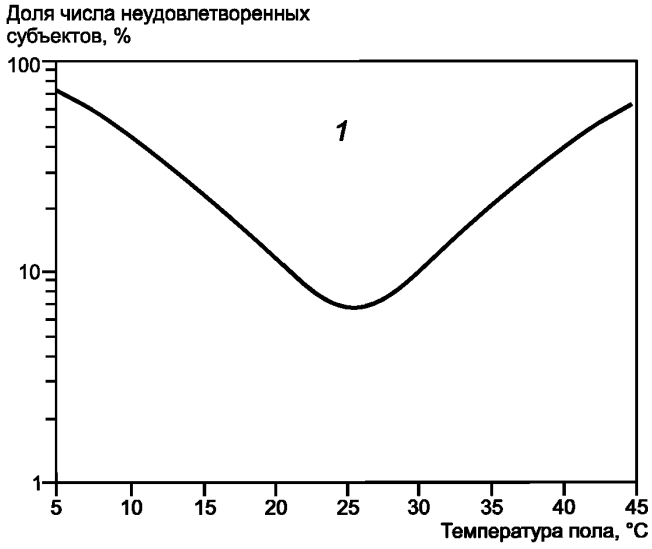
невозможно подобрать сочетание температуры пола и материала пола, которое удовлетворяло бы каждого. При краткосрочном измерении (1 мин) 2 % субъектов были удовлетворены оптимальной температурой пола. При более длительном времени измерений (10 мин) 11 % были удовлетворены оптимальной температурой пола. Значения комфортной температуры пола при измерениях в позе стоя приведены в таблице 1. В позе сидя люди предпочитают температуру пола на 1 °С — 2 °С выше. В оценках женщин и мужчин не наблюдалось никакого различия.

4.2.3 Соотношение между температурой поверхности и тепловым ощущением субъекта в обуви (толщиной подошвы от 5 до 15 мм)

Для людей, носящих обычную обувь, на тепловое ощущение при касании пола оказывают влияние главным образом температура пола и уровень их активности. Не существует резкого различия между ситуациями при определении ощущений босыми ногами/ногами в носках или в обуви. В толстых носках температура пола становится менее ощутимой и, наоборот, в обуви с тонкой подошвой температура пола может оказывать некоторое влияние. Для субъекта в туфлях/ботинках с толстыми подошвами температура пола становится менее существенной.

На рисунке 6 показано соотношение между температурой пола и долей неудовлетворенных (ощущающих местный дискомфорт) людей (в процентах). Эти данные опираются на усредненные результаты ощущений людей в позах сидя и стоя, в обычной обуви (толщина подошвы от 5 до 15 мм). В позе сидя люди предпочитают температуру пола приблизительно на 1 °С выше, а в позе стоя — на 1 °С ниже значений, приведенных на рисунке 6. Люди с более высоким уровнем активности могут предпочитать еще более низкую температуру пола. Для сидящих/стоящих людей в обуви рекомендуется, чтобы:

- температура пола, используемая для конструкции системы подогрева пола, была ниже или равна 29 °С;
- температура пола для конструкции необходимой теплоизоляции зимой или охлаждения летом была выше или равна 19 °С;
- температура пола была ниже 26 °С для полов помещений, в которых температура может быть высокой в течение основного времени года, т.е. расположенных в горячих помещениях (пекарня, котельная и т.д.).



1 — местный дискомфорт, вызванный теплыми и прохладными полами

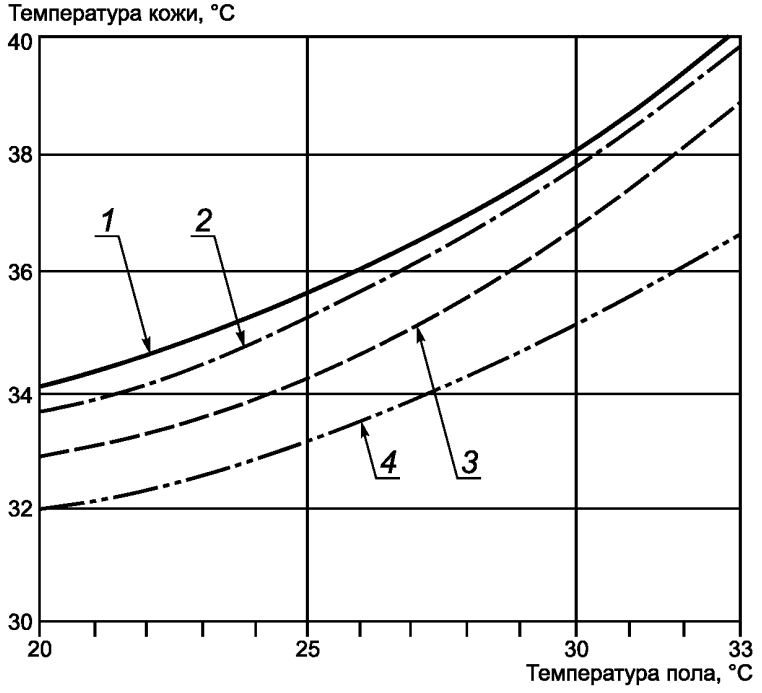
Рисунок 6 — Соотношение между температурой пола и долей людей (в процентах, в обычной обуви), испытывающих местный дискомфорт (толщина подошвы от 5 до 15 мм)

4.2.4 Температура кожи при сидении на полу с электрическим источником подогрева

Люди могут сидеть или лежать на полу в течение длительного времени. Даже если температура пола является комфортной при первоначальном соприкосновении, пол с электрическим подогревом может вызвать дискомфорт и ожог кожи в результате продолжительного контакта. Это может быть опасно

для людей с функциональным заболеванием, например с тепловой анестезией или нарушениями кровообращения, а также для детей младшего возраста, пожилых людей и людей с ограниченными возможностями (инвалидов), которые не могут переворачиваться или передвигаться самостоятельно. Это происходит из-за постоянного поступления тепла от электрического источника подогрева, тогда как в источниках с водяным подогревом увеличение температуры поверхности ограничено температурой воды.

На рисунке 7 показано соотношение между температурой пола и температурой кожи человека при сидении на полу с электрическим подогревом. Температуру пола измеряли вне части пола, соприкасающейся с человеком. Температура кожи при каждой температуре пола повышается постепенно в зависимости от длительности контакта.



1 — время соприкосновения 90 мин; *2* — время соприкосновения 60 мин; *3* — время соприкосновения 30 мин; *4* — время соприкосновения 10 мин

Рисунок 7 — Соотношение между температурой пола и температурой кожи человека при сидении на полу с электрическим подогревом

Приложение А
(справочное)

Сведения о соответствии национального стандарта Российской Федерации ссылочному международному стандарту

Таблица А.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 13732-1:2006	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.	

УДК 331.433:006.354 ОКС 13.180 Э65

Ключевые слова: эргономика, эргономика термальных сред, температура кожи, температура окружающей среды, продолжительность контакта, давление соприкосновения, температура поверхности, коэффициент соприкосновения, температуропроводность, прогнозирование тепловых ощущений

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 18.02.2009. Подписано в печать 05.03.2009. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,51. Тираж 126 экз. Зак. 122.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6

gost.e-ecolog.ru