Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

2.2.8. ГИГИЕНА. ГИГИЕНА ТРУДА. СРЕДСТВА КОЛЛЕКТИВНОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Методика определения должной теплоизоляции обуви и рукавиц, предназначенных для защиты от холода

Методические рекомендации
МР 2.2.8.0111—16

Издание официальное

Москва • 2016

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

2.2.8. ГИГИЕНА. ГИГИЕНА ТРУДА. СРЕДСТВА КОЛЛЕКТИВНОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Методика определения должной теплоизоляции обуви и рукавиц, предназначенных для защиты от холода

Методические рекомендации
МР 2.2.8.0111—16

ББК 51.204
М54

М54 **Методика** определения должной теплоизоляции обуви и рукавиц, предназначенных для защиты от холода: Методические рекомендации.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016.—23 с.

ISBN 978—5—7508—1447—3

1. Разработаны ФГБУ «НИИ медицины труда» (Р. Ф. Афанасьева, Т. К. Лосик, Н. А. Бессонова, О. В. Бурмистрова, О. К. Кравченко).

2. Утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 23 марта 2016 г.

3. Введены впервые.

ББК 51.204

ISBN 978—5—7508—1447—3

© Роспотребнадзор, 2016
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016

Содержание

1. Область применения 4
2. Используемые термины 5
3. Условные обозначения 6
4. Теоретические и практические предпосылки разработки методики 7
5. Базисные величины, используемые при расчетах должной теплоизоляции обуви и рукавиц 9
6. Методика расчета должной теплоизоляции обуви 13
7. Методика расчета должной теплоизоляции рукавиц 16
8. Библиографические данные 18
Приложение 1. Пример расчета должной теплоизоляции обуви применительно к климатическому региону III (пояс II) 20
Приложение 2. Пример расчета должной теплоизоляции рукавиц, применительно к климатическому региону III (пояс II) 22

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации

А. Ю. Попова

23 марта 2016 г.

2.2.8. ГИГИЕНА. ГИГИЕНА ТРУДА. СРЕДСТВА КОЛЛЕКТИВНОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Методика определения должной теплоизоляции обуви и рукавиц, предназначенных для защиты от холода

Методические рекомендации МР 2.2.8.0111—16

1. Область применения

1.1. Настоящие методические рекомендации определяют метод установления должной теплоизоляции обуви и рукавиц применительно к конкретным условиям трудовой деятельности человека (температура воздуха, скорость ветра, энерготраты, длительность непрерывного пребывания на холоде) и носят рекомендательный характер.

1.2. Методические рекомендации используются в следующих случаях:

- для расчета и прогнозирования должной теплоизоляции обуви и рукавиц;
- для определения допустимых условий использования обуви и рукавиц;
- для оценки соответствия обуви и рукавиц планируемым условиям применения.

1.3. Методические рекомендации предназначены для организаций, занимающихся проектированием средств индивидуальной защиты от холода (в частности, обуви и рукавиц); для испытательных центров, выполняющих гигиеническую оценку средств индивидуальной защиты от холода; а также для учреждений, осуществляющих научно-исследовательские разработки в области оценки терморегуляторных реакций человека при воздействии холода.

2. Используемые термины

Тепловое состояние – функциональное состояние человека, характеризующееся определенным содержанием и распределением тепла в глубоких и поверхностных тканях организма, а также степенью напряжения механизмов терморегуляции.

Теплоотдача – тепло, теряемое организмом за счет радиации, конвекции, кондукции, испарения влаги с поверхности тела и дыхательных путей.

Дефицит тепла в организме – разность величин теплоотдачи и теплопродукции в единицу времени.

Должная теплоизоляция – теплоизоляция, необходимая для обеспечения необходимой температуры кожи и теплового потока с поверхностей стоп и кистей.

Оптимальное тепловое состояние – тепловое состояние, характеризующееся отсутствием общих и/или локальных дискомфортных теплоощущений, минимальным напряжением механизмов терморегуляции и являющееся предпосылкой длительного сохранения высокой работоспособности.

Допустимое тепловое состояние – тепловое состояние человека, характеризующееся незначительными общими и/или локальными дискомфортными теплоощущениями, сохранением термостабильности организма при умеренном напряжении механизмов терморегуляции. При этом может иметь место временное снижение работоспособности, но не нарушается здоровье.

Предельно допустимое тепловое состояние – тепловое состояние человека, характеризующееся выраженными общими и/или локальными дискомфортными теплоощущениями. Оно не гарантирует сохранение термического гомеостаза и здоровья, ограничивает работоспособность.

Недопустимое тепловое состояние – тепловое состояние, характеризующееся чрезмерным напряжением механизмов терморегуляции, приводящим к нарушению состояния здоровья.

Напряжение механизмов терморегуляции – активация реакций различных систем организма, направленных на сохранение температурного гомеостаза, оцениваемых по степени их выраженности.

Локальное охлаждение – охлаждение отдельных участков тела человека (кисти и/или стопы, голени, лица).

Сухой тепловой поток – тепловой поток, состоящий из одного или более компонентов: кондуктивного, конвективного и радиационного.

Плотность сухого теплового потока, тепловой поток, $q_п$, Вт/м^2 – мощность тепловой энергии, проходящей за единицу времени через единицу поверхности.

Пониженная температура (холодная среда) – комбинация физических факторов (температура, влажность воздуха, радиационная температура, скорость ветра), обусловливающих охлаждение человека (общее и/или локальное) и требующих применение соответствующих мер снижения теплопотерь.

Комплект одежды – одежда для защиты от холода в комплекте с поддеваемой «внутренней» одеждой (хлопчатобумажное трикотажное белье, сорочка, полушерстяные куртка и брюки, теплые носки), обувью, рукавицами, головным убором.

Теплоизоляция комплекта одежды, I, °С · м^2/Вт (кло) (1 кло = = 0,155 °С · м^2/Вт) – полное сопротивление переносу тепла от поверхности тела человека во внешнюю среду, включая материалы, воздушные прослойки между ними и пограничный слой воздуха, прилегающий к наружной поверхности одежды, представляющее собой отношение разности средневзвешенной температуры кожи и температуры окружающей среды к средневзвешенной плотности сухого теплового потока.

3. Условные обозначения

$I_{обуви}$ – теплоизоляция обуви, °С · м^2/Вт (кло);

$t_в$ – температура воздуха, °С;

v – скорость ветра, м/с;

$I_{рукавиц}$ – теплоизоляция рукавиц, °С · м^2/Вт (кло);

$I_{т.о.д.}$ – должная теплоизоляция обуви, °С · м^2/Вт (кло);

$I_{т.р.д.}$ – должная теплоизоляция рукавиц, °С · м^2/Вт (кло);

$I_{т\ о.д.в}$ – должная теплоизоляция обуви с поправкой на действие ветра, °С · м^2/Вт (кло);

$I_{т.р.д.в}$ – должная теплоизоляция рукавиц с поправкой на действие ветра, °С · м^2/Вт (кло);

СИЗ – средства индивидуальной защиты, в частности, от холода;

$Q_{тс.}$ – теплосодержание организма человека, кДж/кг;

$\Delta Q_{тс.}$ – изменение теплосодержания организма, кДж/кг;

$Д$ – дефицит тепла в организме, Вт · ч/м^2;

$\overline{t}_к$ – средневзвешенная температура кожи, °С;

$\overline{t}_{к.ст.}$ – средняя температура кожи стопы, °С;

$\overline{t}_{к.к.}$ – средняя температура кожи кисти, °С;

$q_{эт.}$ – энерготраты, Вт/м^2;

$\overline{q}_{пк}$ – средневзвешенный тепловой поток с поверхности тела человека, обеспечивающий тепловой комфорт, Вт/м^2;

$\overline{q}_{ст\,(к)}$ – средний тепловой поток с участков поверхности тела стопы (кисти), Вт/м^2;

$q_{п.общ.}$ – тепловой поток со всей поверхности тела, Вт;

$q_{п.ст.}$ – тепловой поток с поверхности стопы, Вт;

$q_{п.к.}$ – тепловой поток с поверхности кисти, Вт;

$q_{п.ст.Д}$ – доля теплового потока с поверхности стопы, %;

$q_{п.к.Д}$ – доля теплового потока с поверхности кисти, %;

$q_{п.ст\,д.}$ – должный тепловой поток с поверхности стопы, Вт/м^2;

$q_{п.к.д.}$ – должный тепловой поток с поверхности кисти, Вт/м^2;

$q_{п.общ.д.}$ – должный тепловой поток со всей поверхности тела, Вт;

$q_{пл.п.общ.д.}$ – должная плотность теплового потока с поверхности тела, Вт/м^2;

$t_к$ – температура «оболочки» – температура поверхности тела (кожи);

$T_о$ – теплоощущения, балл;

$T_{о.лок.}$ – теплоощущения локальные (кисти/стопы), балл;

τ – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, ч;

$S_{общ.}$ – площадь общей поверхности тела человека, м^2, среднее значение которой ≈1,8 м^2;

$S_{ст.}$ – площадь поверхности стопы (среднее значение ≈0,1159 м^2 для среднего значения площади общей поверхности тела человека ≈1,8 м^2), м^2;

$S_к$ – площадь поверхности кисти (среднее значение ≈0,081 м^2 для среднего значения площади общей поверхности тела человека ≈1,8 м^2), м^2.

4. Теоретические и практические предпосылки разработки методики

В климатических условиях России работающие на открытой территории и в неотапливаемых помещениях (строители, геологи, нефтяники, работники сельского хозяйства, лица, занятые торговлей на открытой территории, обслуживающие холодильные установки, авиатехники и др.), большую часть времени года подвергаются воздействию холода. Под термином «холод» понимается комплекс физических факторов, обусловливающих охлаждение организма (холодовой стресс) и необходимость принятия соответствующих мер для снижения теплопотерь (использование одежды, регламентация времени пребывания на холоде).

В ходе эволюционного развития человек не выработал устойчивого приспособления к холоду. Его биологические возможности в сохранении температурного гомеостаза весьма ограничены. Наиболее очевидным последствием воздействия холода при работах на открытой территории является охлаждение поверхностных и глубоких тканей тела человека и связанные с ним реакции в диапазоне от общих и/или локальных дискомфортных теплоощущений до нарушений здоровья различной степени выраженности: ухудшение работоспособности, функциональные и патологические изменения (острый кардиореспираторный эффект, облитерирующий эндартериит), гипотермия, локальное холодовое повреждение (боль, онемение, отморожение) и др.

Охлаждение человека, как общее, так и локальное, способствует изменению его двигательной активности, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает развитие тормозных процессов в коре головного мозга, что может быть причиной травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций, работоспособность уменьшается на 1,5 % на каждый градус снижения температуры пальцев. Даже при кратковременном воздействии холода в организме происходит перестройка регуляторных и гомеостатических систем, изменяется иммунный статус организма.

Одним из способов защиты человека от охлаждения при его работе на открытой территории в зимний период года является использование комплекта СИЗ, имеющих должную теплоизоляцию, соответствующую конкретным условиям их использования (температура воздуха, скорость ветра, энерготраты, продолжительность непрерывного пребывания на холоде). Однако тепловое состояние человека определяется не только теплоизоляцией комплекта СИЗ в целом, но и его составляющими (спецодежда, спецобувь, головной убор, рукавицы). Из-за особенностей терморегуляции, кровотока в области стоп и кистей и необходимости обеспечения эргономических требований создание обуви и рукавиц с должной теплоизоляцией представляет большую сложность.

Имеющиеся в литературе и полученные данные позволили установить количественную корреляционную связь между температурой кожи стоп и кистей и теплоощущениями в их области и определить диапазон величин, соответствующий различной субъективной оценке выраженности терморегуляторных реакций, который определяет требования к теплоизоляции. Кроме того, для определения последней необходимы сведения не только о температуре кожи, но и о плотности среднего теплового потока с поверхности стоп и кистей ($\overline{q}_{ст.(к.)}$, Вт/м^2). В расчетах могут быть использованы данные, полученные при исследовании тепловo-

го потока с поверхности тела человека, одетого в комплект зимней одежды и находящегося в условиях теплового комфорта или допустимого охлаждения организма. Доля теплового потока с поверхности стоп составляет в среднем 7,2 % от общего теплового потока с поверхности тела, а с поверхности кистей – 5,5 %.

Методика расчета основана на определении должного теплового потока с поверхности стоп и кистей с учетом параметров, влияющих на его величину. К таким параметрам относятся скорость ветра, энерготраты, допустимая степень охлаждения, а также продолжительность непрерывного пребывания на холоде. Принимая во внимание практическую невозможность создания обуви и рукавиц, которые обеспечивали бы в течение длительного времени тепловой комфорт, допускается некоторое их охлаждение. При этом в целях сохранения хорошего самочувствия и работоспособности следует ориентироваться на степень охлаждения, субъективно воспринимаемую как «слегка прохладно» или «прохладно».

В методике использованы средние величины площади поверхностей стопы ≈0,1159 м^2 и кисти ≈0,081 м^2 человека для усредненного значения площади общей поверхности тела ≈1,8 м^2. Для расчета должной теплоизоляции обуви и рукавиц применительно к иным величинам поверхностей стоп, кистей и тела человека предусмотрен специальный порядок расчетов. Для этих целей может быть использована таблица соотношения веса и роста с поверхностью тела человека (в соответствии с МУК 4.3.1895—04).

5. Базисные величины, используемые при расчетах должной теплоизоляции обуви и рукавиц

5.1. В данном разделе приведены табличные значения основных показателей, которые используются в предлагаемой методике в качестве базисных (опорных) величин для оценки соответствия обуви и рукавиц планируемым условиям их использования, а также для расчета должной теплоизоляции. Эти величины получены на основе данных продолжительных экспериментальных исследований и апробированы в ходе большого количества наблюдений. Они являются представительными и достоверными (с вероятностью $p < 0,95$) на настоящее время, что не исключает возможности корректировки отдельных значений по мере дальнейшего накопления данных.

5.2. В табл. 1 приведены значения средней температуры кожи, соответствующие различной субъективной оценке выраженности терморегуляторных реакций, определяющих требования к теплоизоляции. (средние величины определены по МУК 4.3.1901—04).

Таблица 1

Средняя температура кожи ($\bar{t}_к$, °С) в области стоп и кистей при различных теплоощущениях

№	Теплоощущение	Средняя температура кожи, $\bar{t}_к$, °С (диапазон температур от максимума до минимума)	
		стопа	кисть
1	Комфорт	30,4 (33,5—27,5)	32,7 (33,6—31,3)
2	Слегка прохладно	27,4 (29,0—25,7)	23,7 (24,9—22,5)
3	Прохладно	25,7 (27,3—23,0)	20,8 (24,0—17,7)
4	Холодно	21,4 (22,5—20,0)	16,1 (19,0—14,0)
5	Очень холодно	16,6 (19,0—13,4)	15,2 (17,1—12,5)
6	Болевые ощущения	ниже 13,4	10,4 (11,2—9,7)

5.3. В табл. 2 приведены значения плотности теплового потока с поверхности тела человека, находящегося в условиях теплового комфорта или допустимого охлаждения, при использовании им комплекта утепленной одежды.

Таблица 2

Распределение средневзвешенного теплового потока ($\bar{q}_{пк}$) с поверхности тела человека, находящегося в состоянии теплового комфорта или допустимого охлаждения ($X \pm m$)

Область тела	Доля теплового потока по отношению к общему тепловому потоку*, %	Доля от поверхности тела, %
Лоб	13,30 ± 0,45	8,86
Туловище	29,52 ± 0,26	34,0
Плечо	12,29 ± 0,15	13,4
Кисть	**5,5 ± 0,12**	**4,5**
Бедро	17,79 ± 0,15	20,3
Голень	13,3 ± 0,56	12,5
Стопа	**7,2 ± 0,11**	**6,44**

* $\bar{q}_{п.к.}$ = 51 Вт/м^2

5.4. В табл. 3 приведены средневзвешенные значения теплового потока с поверхности тела человека ($\overline{q}_{п.к.}$, Вт/м^2), обеспечивающие комфортный уровень, используемые при расчете плотности теплового потока с поверхности стоп и кистей ($\overline{q}_{ст.(к)}$, Вт/м^2).

Таблица 3

Средневзвешенные значения теплового потока с поверхности тела человека ($\overline{q}_{п.к.}$, Вт/м^2), обеспечивающие комфортный уровень при различных температуре воздуха и интенсивности физической работы

Температура воздуха, °С	Комфортный уровень теплового потока, Вт/м^2 при энерготратах, Вт/м^2 (категории работ)			
	88 (Iб)	113 (IIа)	130 (IIа—IIб)	145(IIб)
–5	60,1	78,3	90,2	102,1
–10	59,6	77,7	89,5	101,3
–15	59,1	77,1	88,9	100,5
–20	58,6	76,4	88,3	99,7
–25	58,2	75,8	87,7	98,9
–30	57.7	75,1	87,1	98,1
–35	57,2	74,5	86.5	97,3
–40	56,7	73,9	85.9	96,5
–45	56,2	73,3	85,3	95,7
–50	55,7	72,7	84,7	94,9
–55	55,2	72.1	84,1	94,1
–60	54.7	71,5	83,5	93,3

5.5. В табл. 4 приведены наиболее вероятные средние значения температуры воздуха и скорости ветра в зимний период по климатическим регионам, используемые для расчета должной теплоизоляции обуви и рукавиц. Районирование климатических регионов (поясов) для Российской Федерации представлено на рис. 1.

Таблица 4

Наиболее вероятные средняя температура воздуха и скорость ветра в зимний период по климатическим регионам

Климатический регион (пояс)	Средняя температура воздуха зимних месяцев, °С	Наиболее вероятная скорость ветра в зимний период, м/с
IA (особый)	–25	6,8
IБ	–41	1,3
II(III)	–18	3,6
III(II)	–9,7	5,6

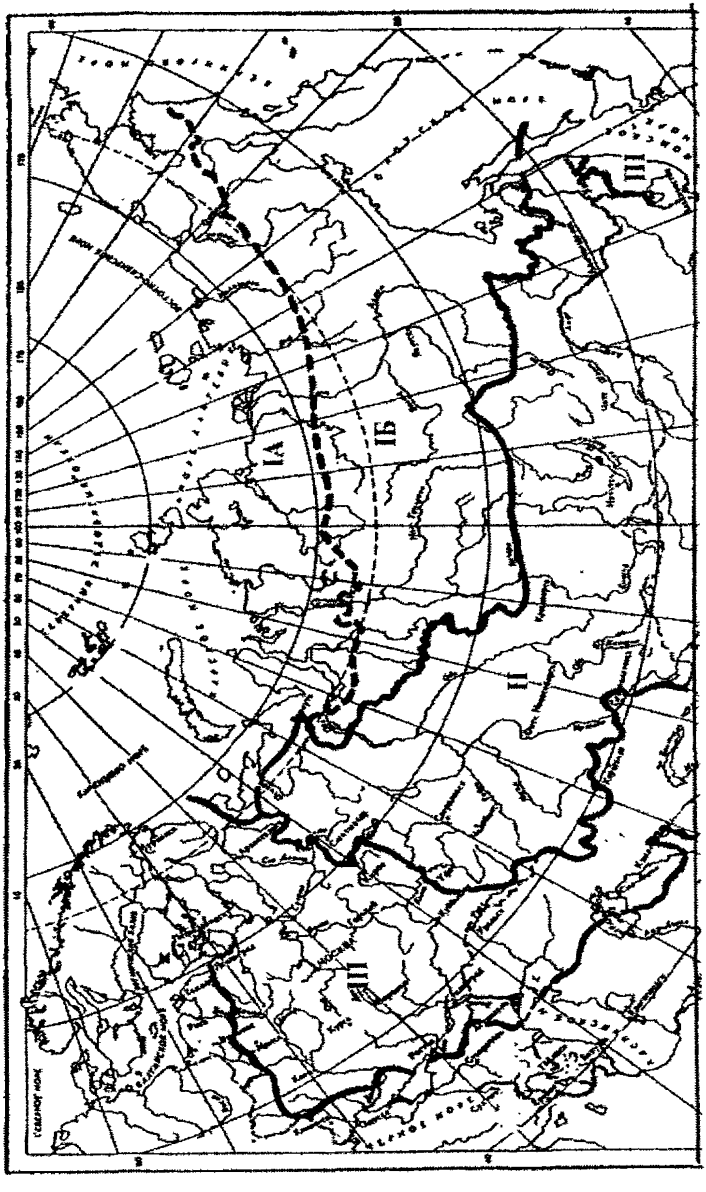

Рис. 1. Схема районирования территории Российской Федерации по климатическим регионам

6. Методика расчета должной теплоизоляции обуви

6.1. Расчет должной теплоизоляции обуви ($I_{т.о.д.}$, °С · м^2/Вт) базируется на данных должного теплового потока с поверхности стоп ($q_{п.ст.д}$, Вт/м^2), средней температуры кожи стоп ($t_{к.ст}$, °С), температуры воздуха ($t_в$, °С) и скорости ветра (v, м/с).

6.1.1. Должная теплоизоляция обуви ($I_{т.о.д.}$, °С · м^2/Вт) для условий относительно спокойного воздуха определяется по уравнению:

$$I_{т.о.д.} = (t_{к.ст} - t_в) / q_{п.ст.д.}, \text{ где} \quad (1)$$

$I_{т.о.д}$ – должная теплоизоляция обуви, °С · м^2/Вт;

$t_{к.ст}$ – средняя температура кожи стопы, соответственно при теплоощущениях «прохладно» или «слегка прохладно», определяемая по табл. 1, °С;

$t_в$ – заданная температура воздуха, °С;

$q_{п.ст.д}$ – должный тепловой поток с поверхности стопы, определяемый по уравнению (3), Вт/м^2.

6.1.2. При воздействии ветра должную теплоизоляцию следует повысить, используя поправку, равную 2,5 % на каждый 1 м/с увеличения скорости ветра, по уравнению:

$$I_{т.о.д.в.} = I_{т.о.д} \times 100\ \% / 100\ \% - (2{,}5\ \% \times v), \text{ где} \quad (2)$$

$I_{т.о.д.в.}$ – должная теплоизоляция обуви с поправкой на ветер, °С · м^2/Вт;

$I_{т.о.д.}$ – должная теплоизоляция обуви, °С · м^2/Вт;

v – скорость ветра, м/с.

6.2. Должный тепловой поток с поверхности стоп ($q_{п.ст.д}$, Вт/м^2) определяется по уравнению:

$$q_{п.ст.д} = [(q_{п.к} + Д/\tau) \times S_{общ.}] \times q_{п.ст.Д} / S_{ст}, \text{ где} \quad (3)$$

$q_{п.ст.д}$ – должный тепловой поток с поверхности стоп, Вт/м^2;

$q_{п.к.}$ – комфортный уровень теплового потока с поверхности тела человека при заданных уровнях энерготрат, Вт/м^2;

$Д$ – дефицит тепла в организме, Вт · ч/м^2 или 29 Вт · ч/м^2;

τ – заданная продолжительность непрерывного пребывания на холоде, ч;

$S_{общ.}$ – среднее значение площади общей поверхности тела человека ≈1,8 м^2;

$q_{п.ст.Д.}$ – доля теплового потока с поверхности стоп по отношению к общему тепловому потоку, %;

$S_{ст.}$ – среднее значение площади поверхности стопы ≈0,1159 м^2, для площади общей поверхности тела человека ≈1,8 м^2.

6.2.1. Величина $\overline{q}_{п.к.}$ – средневзвешенное значение комфортного уровня теплового потока с поверхности тела человека при заданных уровне энерготрат ($q_{эт}$, Вт/м^2) и температуре воздуха, определяется по табл. 3.

6.2.2. Дефицит тепла в организме ($Д$, Вт · ч/м^2) согласно МУК 4.3.1895—04 принимается равным не более 52 Вт · ч/м^2, при котором человек оценивает свои теплоощущения как «прохладно».

6.2.3. Величина τ – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, в часах, является заданной величиной (желательно не более 2 ч).

6.2.4. Площадь поверхности тела человека – $S_{общ.}$, м^2, определяется исходя из роста и веса (МУК 4.3.1895—04; прилож. 2 к настоящим методическим рекомендациям).

6.2.5. Величина $q_{п\,ст.Д}$ – доля теплового потока с поверхности стоп, составляющая в среднем 7,2 % (табл. 2).

6.2.6. Для иных значений площадей поверхностей тела и стопы (отличных от средних значений, соответственно равных ≈1,8 м^2 и ≈0,1159 м^2) можно использовать следующий порядок расчетов.

Площадь поверхности стопы человека – $S_{ст.}$, м^2, рассчитывается исходя из пропорции (табл. 2):

$S_{общ.}$ – 100 %

$S_{ст.}$ – 6,44 %

6.2.7. Должная величина теплового потока стопы ($q_{п\,ст.д.}$, Вт/м^2) с поверхности тела человека, равной ≈1,8 м^2, может быть определена из уравнения (3):

$$q_{п.ст.д} = [(\overline{q}_{п.к.} + Д/\tau) \times 1{,}8] \times q_{п.ст.Д} / 0{,}1159$$

6.3. По уравнению (1) определяется искомая должная теплоизоляция обуви ($I_{т.о.д.}$, °С · м^2/Вт):

$$I_{т.о.д.} = (\overline{t}_{к.ст.} - t_в) / q_{п.ст\,д}$$

6.3.1. Средняя температура кожи стоп ($\overline{t}_{к.ст}$) определяется из табл. 1. Для расчета должной теплоизоляции обуви могут быть использованы величины, соответствующие теплоощущениям: «комфорт», «слегка прохладно», «прохладно».

6.4. Величины должной теплоизоляции обуви ($I_{т.о.д.в}$, °С · м^2/Вт), рассчитанные применительно к метеорологическим условиям (темпера-

тура воздуха, скорость ветра) различных климатических регионов, приведены в табл. 5.

6.5. Величины должной теплоизоляции обуви ($I_{т.о.д}$, °С · м^2/Вт), рассчитанные в соответствии с уравнением (1), в зависимости от температуры относительно спокойного воздуха, продолжительности непрерывного пребывания на холоде и уровня энерготрат приведены в табл. 6.

При воздействии ветра должна быть введена соответствующая поправка (уравнение 2).

6.6. Для иных условий использования обуви (п. 6.4 и 6.5) должная величина ее теплоизоляции может быть определена согласно приведенной выше схеме расчета.

6.7. В табл. 5 приведены значения должной теплоизоляции обуви с учетом наиболее вероятной скорости ветра применительно к климатическим регионам (поясам), продолжительности пребывания на холоде, допускаемой степени охлаждения организма. В табл. 6 представлены величины теплоизоляции обуви, которая необходима для защиты от охлаждения стоп при различной температуре относительно спокойного воздуха. При ветре теплоизоляция должна быть выше исходя из ее снижения, составляющего 2,5 % на каждый 1 м/с увеличения скорости ветра.

Таблица 5

Требования к должной теплоизоляции обуви ($I_{т.о.д.в.}$) для различных климатических регионов эксплуатации, продолжительности непрерывного пребывания на холоде и величины допустимого дефицита тепла* ($q_{эт.}$ = 130 Вт/м^2)

Климатический регион (пояс)	Должная теплоизоляция обуви, °С · м^2/Вт							
	продолжительность непрерывного пребывания на холоде, ч							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	дефицит тепла, Вт ч/м^2							
	I				II			
IA («Особый»)	0,482	0,552	0,580	0,595	0,389	0,478	0,517	0,539
IБ (IV)	0,549	0,630	0,660	0,679	0,445	0,548	0,595	0,620
II (III)	0,380	0,436	0,455	0,467	0,303	0,373	0.404	0,421
III (II—I)	0,328	0,374	0.392	0,402	0,260	0,319	0,345	0,359

Примечание: I – при дефиците тепла в организме 29 Вт · ч/м^2 (соответствующий теплоощущению «слегка прохладно»).
II – при дефиците тепла в организме 52 Вт · ч/м^2 (соответствующий теплоощущению «прохладно»)

* С учетом поправки на охлаждающее действие ветра.

Таблица 6

Требования к теплоизоляции обуви ($I_{т.о.д.}$, °С · м²/Вт) в зависимости от температуры относительно спокойного воздуха, уровня энерготрат и продолжительности непрерывного пребывания на холоде

Температура воздуха, °С	Должная теплоизоляция обуви, °С · м²/Вт					
	энерготраты, Вт/м²					
	113			130		
	продолжительность непрерывного пребывания на холоде, ч					
	1	2	3	1	2	3
–5	0,211	0,263	0,288	0,193	0,236	0,256
–10	0,245	0,308	0,337	0,226	0,277	0,300
–15	0,282	0,353	0,387	0,258	0,317	0,344
–20	0,318	0,398	0,438	0,291	0,357	0,388
–25	0,354	0,444	0,489	0,324	0,399	0,433
–30	0,391	0,490	0,544	0,358	0,440	0,478
–35	0,427	0,540	0,593	0,391	0,482	0,524
–40	0,465	0,588	0,646	0,426	0,524	0,571
–45	0,502	0,637	0,700	0,463	0,568	0,618
–50	0,538	0,686	0,755	0,495	0,614	0,665
–55	0,576	0,736	0,810	0,529	0,655	0,712
–60	0,615	0,786	0,866	0,564	0,699	0,759

6.8. Пример расчета должной теплоизоляции обуви применительно к определенному климатическому региону (III) приведен в прилож. 1.

7. Методика расчета должной теплоизоляции рукавиц

7.1. Определяется должная величина плотности теплового потока с поверхности кисти, $q_{п к д.}$, Вт/м² по уравнению:

$$q_{п к д} = [(\overline{q}_{п.к.} + Д/\tau) \times S_{общ.}] \times 0{,}055 / 0{,}081, \text{ где} \qquad (4)$$

$\overline{q}_{п.к.}$ – средневзвешенный уровень теплового потока со всей поверхности тела человека, обеспечивающий тепловой комфорт, Вт/м² (табл. 3);

$Д$ – допустимый дефицит тепла в организме человека, Вт · ч/м²;

τ – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, ч;

$S_{общ.}$ – площадь общей поверхности тела человека, ≈1,8 м²;

0,055 – доля теплового потока с поверхности кистей (по отношению к тепловому потоку со всей поверхности тела), определенная в соответствии с табл. 2;

0,081 – площадь поверхности кисти, м^2.

7.2. По уравнению (5) определяется должная теплоизоляция рукавиц ($I_{т.р.д.}$, °С · м^2/Вт):

$$I_{т.р.д} = (\overline{t}_{к.к.} - t_в) / q_{п.к.д}, \text{ где} \quad (5)$$

$\overline{t}_{к.к.}$ – средняя температура кожи кисти (табл. 1), °С;

$t_в$ – заданная температура воздуха, °С;

$q_{п.к.д.}$ – должная величина теплового потока с поверхности кисти, Вт/м^2.

7.3. Требования к должной теплоизоляции рукавиц в зависимости от климатического региона эксплуатации (или температуры воздуха), а также продолжительности пребывания на холоде и уровня энерготрат, приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 7

Требования к должной теплоизоляции рукавиц ($I_{т.р.д.в.}$, °С · м^2/Вт) в зависимости от климатического региона, уровня энерготрат и различной продолжительности непрерывного пребывания на холоде*

Климатический регион (пояс)	Должная теплоизоляция рукавиц, °С · м^2/Вт**					
	энерготраты, Вт/м^2					
	113	130	113	130	113	130
	продолжительность непрерывного пребывания на холоде, ч					
	1		2		3	
IA («Особый»)	0,428	0,392	0,496	0,448	0,523	0,495
IБ (IV)	0,508	0,472	0,588	0,540	0,624	0,601
II (III)	0,343	0,319	0,397	0,356	0,419	0,393
III (II—I)	0,286	0,251	0,331	0,294	0,350	0,324

** С учетом поправки на охлаждающее действие ветра

* Допустимый дефицит тепла в организме 29 Вт · ч/м^2 (теплоощущение «слегка прохладно»).

Таблица 8

Требования к должной теплоизоляции рукавиц ($I_{т.р.д.}$, °С · м²/Вт) в зависимости от температуры относительно спокойного воздуха, уровня энерготрат и продолжительности непрерывного пребывания на холоде

Температура воздуха, °С	Должная теплоизоляция рукавиц, °С · м²/Вт					
	энерготраты, Вт/м²					
	113			130		
	продолжительность непрерывного пребывания на холоде, ч					
	1	2	3	1	2	3
–5	0,215	0,249	0,262	0,194	0,220	0,231
–10	0,254	0,294	0,310	0,228	0,260	0,273
–15	0,293	0,339	0,358	0,263	0,301	0,315
–20	0,333	0,386	0,408	0,300	0,342	0,358
–25	0,373	0,433	0,457	0,335	0,383	0,402
–30	0,414	0,482	0,509	0,372	0,425	0,446
–35	0,456	0,530	0,560	0,408	0,467	0,490
–40	0,497	0,579	0,613	0,445	0,510	0,535
–45	0,539	0,629	0,665	0,483	0,553	0,581
–50	0,582	0,679	0,719	0,521	0,597	0,627
–55	0,626	0,730	0,773	0,559	0,641	0,674
–60	0,670	0,782	0,829	0,598	0,686	0,722

7.4. Для промежуточных значений температуры воздуха, не представленных в табл. 6 и 8, теплоизоляция обуви и рукавиц определяется путем экстраполяции.

7.5. Пример расчета должной теплоизоляции рукавиц применительно к определенному климатическому региону (III) приведен в прилож. 2.

8. Библиографические данные

1. Афанасьева Р.Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. М.: Легкая индустрия, 1977. 137 с.

2. Афанасьева Р.Ф., Бурмистрова О.В. Охлаждающая среда и ее влияние на организм // Профессиональный риск для здоровья работающих / Под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. М.: Травайт, 2003. С. 142—149.

3. Афанасьева Р.Ф., Бурмистрова О.В. Холодовой стресс, критерии оценки, прогнозирование риска охлаждения человека // Безопасность жизнедеятельности. 2006. № 2. С. 16—21.

4. Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода. Физиологические и патологические явления, возникающие при действии низких температур; пер. с англ. М.: Изд-во иностранной литературы, 1957. 333 с.

5. Кощеев В.С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода. М.: Медицина, 1981. 270 с.

6. Тарасова Л.А. и др. Особенности формирования периферических нейрососудистых нарушений у проходчиков в условиях охлаждающего микроклимата / Л.А. Тарасова, Л.М. Комлева, В.Н. Думкин, Т.К. Лосик // Медицина труда и промышленная экология. 1994. № 12. С. 14—17.

7. МУК 4.3.1895—04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания».

8. МУК 4.3.1901—04 «Методика определения теплоизоляции средств индивидуальной защиты головы, стоп, рук на соответствие гигиеническим требованиям».

Приложение 1

Пример расчета должной теплоизоляции обуви применительно к климатическому региону III (пояс II)

В качестве исходных данных использованы:

- средняя температура воздуха зимних месяцев: –10 °С;
- наиболее вероятная скорость ветра в зимние месяцы: 5,6 м/с;
- продолжительность непрерывного пребывания на холоде: 2 часа;
- уровень энерготрат: 130 Вт/м^2;
- средняя температура кожи стопы: 25,7 °С (теплоощущение «прохладно» (табл. 1);
- допустимый дефицит тепла в организме: 52 Вт·ч/м^2;
- доля теплового потока с поверхности стоп: 7,2 %;
- поверхность стопы: 0,1159 м^2;
- поверхность тела человека: ≈1,8 м^2.

Порядок расчета

Для определения теплового потока с поверхности стоп рассчитывается:

1. Комфортный уровень средневзвешенного теплового потока ($\overline{q}_{п.к.}$, Вт/м^2) с поверхности тела человека для уровня энерготрат 130 Вт/м^2 и температуры воздуха –10 °С. Согласно табл. 3 он составляет 89,5 Вт/м^2.

2. Должная плотность теплового потока с поверхности тела человека ($q_{пл.п.общ.д}$, Вт/м^2) для продолжительности пребывания на холоде, равной двум часам:

$q_{пл.п.общ.д.} = 89,5 + 52 / 2 = 115,5$ Вт/м^2

3. Тепловой поток со всей поверхности тела ($q_{п.общ}$, Вт):

$q_{п.общ.} = 115,5$ Вт/м^2 $\cdot$ 1,8 м^2 = 207,9 Вт

4. Тепловой поток с поверхности стопы ($q_{п.ст.}$, Вт) расчитывается по пропорции:

207,9 Вт – 100 %

$q_{п.ст.}$, Вт – 7,2 % $\quad q_{п.ст.} = 14,97$ Вт

5. Поверхность стопы ($S_{ст.}$, м^2) расчитывается по пропорции:

1,8 м^2 – 100 %

$S_{ст.}$ – 6,44 % $\quad S_{ст.} = 0,1159$ м^2

6. Должный тепловой поток с 1 м^2 поверхности стоп ($q_{п.ст.д}$, Вт/м^2) расчитывается по пропорции:

14,97 Вт – 0,1159 м^2

$q_{п.ст.д.}$, Вт/м^2 – 1,00 м^2 $\quad q_{п.ст.д.} = 129,2$ Вт/м^2

7. По уравнению (1) определяется должная теплоизоляция обуви для относительно спокойного воздуха ($I_{т.о.д.}$, °С · м^2/Вт):

$I_{т.о.д.}$ = (25,7 °С – (–10 °С) / 129,2 Вт/м^2 = 0,276 °С · м^2/Вт (1,78 кло)

8. Определяется поправка на охлаждающее действие ветра (2,5 % на 1 м/с) по пропорции:

2,5 % – 1 м/с

X – 5,6 м/с X = (2,5 % · 5,6 м/с) / 1 м/с = 14 %

9. Рассчитывается должная теплоизоляция обуви с учетом поправки на снижение теплоизоляции обуви под влиянием ветра ($I_{т.о.д.в.}$, °С · м^2/Вт) по пропорции:

0,276 °С · м^2/Вт – 86 % (100 – 14) %

$I_{т.о.д.в.}$, °С · м^2/Вт – 100 % $I_{т.о.д.в.}$ = 0,319 °С · м^2/Вт

Вывод. Обувь, имеющая теплоизоляцию $I_{т.о.д.в.}$ = 0,319 °С · м^2/Вт, обеспечивает должную защиту от охлаждения при использовании ее в III климатическом регионе и выполнении работ с энерготратами 130 Вт/м^2 в течение 2 часов (табл. 5) при условии дефицита тепла в организме 52 Вт · ч/м^2 (теплоощущение «прохладно»).

Приложение 2

Пример расчета должной теплоизоляции рукавиц, применительно к климатическому региону III (пояс II)

В качестве заданных значений и исходных данных использованы:

- средняя температура воздуха зимних месяцев: –10 °С;
- наиболее вероятная скорость ветра в зимние месяцы: 5,6 м/с;
- продолжительность непрерывного пребывания на холоде: 2 часа;
- уровень энерготрат: 113 Вт/м^2;
- средняя температура кожи кисти: 23,7 °С (теплоощущение «слегка прохладно» (табл. 1);
- допустимый дефицит тепла в организме: 29 Вт · ч/м^2;
- доля потери тепла радиацией и конвекцией с поверхности кисти: 5,5 %;
- поверхность кисти: 0,081 м^2;
- поверхность тела человека: ≈1,8 м^2.

Порядок расчета

1. Определяется комфортный уровень средневзвешенного теплового потока ($\overline{q}_{л.к.}$, Вт/м^2) с поверхности тела человека для уровня энерготрат 113 Вт/м^2 и температуры воздуха –10 °С. Согласно табл. 3 он составляет 77,7 Вт/м^2.

2. Определяется должная плотность теплового потока с поверхности тела человека ($q_{пл\,п.общ\,д}$, Вт/м^2) при условии непрерывного пребывания на холоде в течение двух часов:

$$q_{пл.п.общ.д.} = 77{,}7 + 29/2 = 92{,}3 \text{ Вт/м}^2$$

3. Рассчитывается тепловой поток со всей поверхности тела ($q_{п.общ.}$, Вт):

$$q_{п\,общ} = 92{,}3 \text{ Вт/м}^2 \cdot 1{,}8 \text{ м}^2 = 166 \text{ Вт}$$

4. Определяется поверхность кисти ($S_{к.}$, м^2) с учетом ее доли в общей поверхности тела по пропорции:

1,8 м^2 – 100 %

$S_к$ – 4,5 % $\qquad S_к = 0{,}081$ м^2

5. Определяется тепловой поток с поверхности кисти ($q_{п.к.}$, Вт) с учетом его доли в тепловом потоке со всей поверхности тела по пропорции:

166 Вт – 100 %

$q_{п.к.}$, Вт – 5,5 % $\qquad q_{п.к.} = 9{,}13$ Вт

6. Определяется должный тепловой поток с 1 м^2 поверхности кистей ($q_{п.к\,д}$, Вт/м^2) по пропорции:

9,13 Вт – 0,081 м^2

$q_{п.к.д.}$, Вт/м^2 – 1,00 м^2 $q_{п.к.д.}$ = 112,8 Вт/м^2

7. По уравнению (6) рассчитывается должная теплоизоляция рукавиц ($I_{т.р.д.}$, °С·м^2/Вт):

$I_{т.р\,д}$ = [23,7 °С – (–10 °С)] / 112,8 Вт/м^2 = 0,299 °С · м^2/Вт (1,93 кло)

8. Определяется снижение теплоизоляции рукавиц при воздействии ветра (1,9 % на 1 м/с) по пропорции:

1,9 % – 1 м/с

X – 5,6 м/с X = 1,9 % · 5,6 м/с / 1 м/с = 10,64 %

9. Рассчитывается должная теплоизоляция рукавиц с учетом поправки на ее снижение под влиянием ветра ($I_{т.р.д.в.}$, °С · м^2/Вт) по пропорции:

0,299 °С · м^2/Вт – 89,36 % (100 – 10,64) %

$I_{т.р.д.в.}$, °С · м^2/Вт – 100 % $I_{т.р.д.в.}$ = 0,335 °С · м^2/Вт

Вывод. Рукавицы, имеющие теплоизоляцию $I_{т.р.д.в.}$ = 0,335 °С · м^2/Вт, обеспечивают должную защиту от охлаждения при использовании их в III климатическом регионе и выполнении работ с энерготратами 113 Вт/м^2 в течение 2 часов (табл. 7) при условии дефицита тепла в организме 29 Вт · ч/м^2 (теплоощущение «слегка прохладно»).

Методика определения должной теплоизоляции обуви и рукавиц, предназначенных для защиты от холода

Методические рекомендации
МР 2.2.8.0111—16

Ответственный за выпуск Н. В. Митрохина

Редакторы Л. С. Кучурова, Ю. А. Паршина
Компьютерная верстка Е. В. Ломановой

Подписано в печать 5.10.16

Формат 60x84/16 Печ. л. 1,5
Тираж 125 экз. Заказ 45

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер , д. 18, стр. 5. 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделением издательского обеспечения отдела научно-методического обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а

Реализация печатных изданий, тел./факс: 8 (495) 952-50-89

МР2.2.8.0111-16