ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 13732-3 — 2013

Эргономика термальной среды

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ КОНТАКТЕ С ПОВЕРХНОСТЯМИ

Часть 3

Контакт с холодными поверхностями

ISO 13732-3:2005
Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 3: Cold surfaces (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

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 стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика, психология труда и инженерная психология»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1655-ст.

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 13732-3:2005 «Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть 3. Контакт с холодными поверхностями» (ISO 13732-3:2005 «Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 3: Cold surfaces»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

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

Введение

Настоящий стандарт является стандартом типа В в соответствии с ИСО 12100[1]. Положения настоящего стандарта могут быть дополнены или изменены в соответствии с положениями стандарта типа С.

Примечание — Для машин, которые попадают в область применения стандарта типа С и которые были разработаны и изготовлены с учетом положений настоящего стандарта, положения стандарта типа С должны иметь приоритет над положениями настоящего стандарта.

При выполнении в условиях холода работ, требующих точности, как правило, не пользуются перчатками. Однако при контакте кожи рук с холодными поверхностями происходит ее охлаждение, вызывающее такие последствия, как дискомфорт, боль, потерю чувствительности и обморожение. Кроме того, повторяющееся воздействие холода со значительным охлаждением кожи может вызвать холодовую травму (возможное повреждение нервов и сосудов). Несмотря на то, что существующие международные стандарты позволяют выполнять оценку опасностей, вызываемых холодом, не был разработан стандарт, рассматривающий вопросы оценки опасности контакта с холодными поверхностями. Поэтому разработка стандарта, устанавливающего оценку опасностей такого контакта, является важной.

Для оценки риска холодовой травмы необходимо учитывать следующие факторы, влияющие на охлаждение кистей/пальцев при контакте с холодными поверхностями:

- свойства поверхности объекта;
- температуру холодной поверхности и окружающей среды;
- длительность контакта кожи кистей/пальцев с холодной поверхностью;
- характеристики кожи кистей/пальцев, а также тип контакта.

На практике эти факторы в той или иной степени взаимосвязаны и достаточно сложны. Вид материала поверхности объекта и допустимое время контакта до получения холодовой травмы также связаны. Эмпирически была установлена взаимосвязь времени контакта с холодными поверхностями для критических температур поверхности с основными факторами, такими как коэффициент температурной проницаемости и температура поверхности материала. Статистические нелинейные модели (эмпирические модели), построенные по данным базы данных нижних квартилей (75 % защищенных), позволяют оценить охлаждение пальцев/кистей при контакте с холодными поверхностями для широкого диапазона людей.

Настоящий стандарт позволяет объединить результаты экспериментальных исследований с привлечением испытуемых и результатов исследований с применением искусственного пальца. Стандарт является руководящим документом по установлению безопасной продолжительности контакта кистей/пальцев рук с холодными поверхностями.

---

[1] ИСО 12100:2010 Безопасность машин. Общие принципы расчета. Оценка и снижение риска (ISO 12100:2010 Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика термальной среды

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ КОНТАКТЕ С ПОВЕРХНОСТЯМИ

Часть 3

Контакт с холодными поверхностями

Ergonomics of the thermal environment. Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces. Part 3. Cold surfaces

Дата введения — 2014—12—01

1 Область применения

В настоящем стандарте установлены методы оценки риска холодовой травмы и других неблагоприятных последствий при контакте кожи кистей/пальцев рук с холодной поверхностью.

Настоящий стандарт приводит эргономические данные для установления предельных значений температуры холодных твердых поверхностей. Эти данные могут быть использованы при разработке стандартов.

Положения настоящего стандарта применимы во всех случаях, когда контакт с твердыми холодными поверхностями может вызывать возникновение неблагоприятных последствий – дискомфорта, боли, потери чувствительности и обморожения.

Стандарт не ограничен применением при контакте с холодными поверхностями только кистей и пальцев рук, он также применим при контакте с холодными поверхностями других участков кожи человека.

В стандарте рассмотрены воздействия на здоровую кожу взрослых людей (мужчин и женщин). Рекомендации по расширению области применения приведены в приложении В.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 12100:2010 Безопасность машин. Общие принципы расчета. Оценка и снижение риска (ISO 12100:2010 Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 12100, а также следующие термины с

Издание официальное

соответствующими определениями.

3.1 **доступная для прикосновения поверхность** (touchable surface): Поверхность объекта, к которой может прикоснуться человек.

3.2 **температура поверхности**, T_s (surface temperature, T_s): Температура материала поверхности в °С.

3.3 **критическая температура контакта**, T_c (critical contact temperature, T_c): Температура контактирующей поверхности в °С, при которой возникают определенные реакции кожи.

3.4 **продолжительность контакта**, D (contact period, D): Период контакта кожи с поверхностью в секундах.

3.5 **тепловая инерция** (thermal inertia): Произведение плотности (ρ), теплопроводности (K) и удельной теплоемкости (c) материала.

3.6 **коэффициент контакта,** F_c (contact factor, F_c): Коэффициент температурной проницаемости, вычисленный как квадратный корень тепловой инерции.

Примечание — Математическое определение: $F_c = \sqrt{\rho \cdot K \cdot c}$,

где ρ - плотность материала;
K - теплопроводность материала;
c - удельная теплоемкость материала.

3.7 **процентиль** (percentile): Значение характеристики, которое делит совокупность на части, соответствующие заданному проценту совокупности выше или ниже этого значения.

4 Принципы оценки риска

4.1 Общие положения

Для оценки риска возникновения холодовой травмы и других последствий воздействия холода необходимо выполнить этапы 4.2 – 4.8.

4.2 Идентификация доступных для прикосновения холодных поверхностей

Должна быть собрана вся необходимая информация о холодных поверхностях, которых может коснуться человек. Информация должна содержать:

a) сведения о досягаемости поверхности для контакта;

b) грубую оценку температуры поверхности (выше или ниже 0 °С);

c) сведения о материале и текстуре холодной поверхности;

d) условия эксплуатации объекта, при которых необходим контакт с холодной поверхностью (включая худший случай).

4.3 Наблюдения и анализ задач

Вся необходимая информация о контакте с холодной поверхностью должна быть собрана путем наблюдения и анализа выполняемых задач. Особое внимание следует уделить возможности преднамеренного и непреднамеренного контакта с холодными поверхностями. Тип и особенности контакта должны быть определены с помощью наблюдений и анализа выполняемых задач:

a) холодные поверхности, которых человек может коснуться;

b) преднамеренный и непреднамеренный контакт;

c) частота преднамеренного контакта;

d) вероятность непреднамеренного контакта;

e) длительность контакта с холодной поверхностью;

f) область контакта;

g) усилие при контакте.

4.4 Классификация контакта с холодной поверхностью

4.4.1 Общие положения

Тип контакта классифицируют в соответствии с одной из приведенных ниже категорий.

4.4.2 Контакт пальца с поверхностью

Прикосновение пальца с определенным материалом в течение короткого периода времени (до 120 с). Область контакта небольшая (подушечка пальца).

4.4.3 Захват рукой

Захват рукой объекта или определенного материала. Захват сохраняется в течение длительного периода (до 1200 с).

4.5 Измерение температуры поверхности

На тех частях объекта, где возможен контакт с кожей человека, должно быть проведено измерение температуры его поверхности.

Измерение должно быть выполнено в реальных условиях эксплуатации объекта с помощью термопары. Точность оборудования должна быть ± 0,5 °С в диапазоне от минус 25 °С до 5 °С и ± 1 °С при температуре ниже минус 25 °С (см. ИСО 7726:1998 и [3]).

Примечание — Если результаты измерения температуры поверхности были получены с использованием такого же принципа измерения, что и результаты в разделе 5, то их можно сравнивать только с предельными значениями, приведенными в разделе 5. Применение другого бесконтактного принципа измерения, например, с использованием радиационного пирометра, может привести к получению результатов, которые невозможно сравнивать с предельными значениями, приведенными в разделе 5.

4.6 Продолжительность

Продолжительность контакта кожи с холодной поверхностью может быть измерена или вычислена в соответствии с таблицей D.1.

4.7 Классификация типов последствий для кожи при контакте

4.7.1 Общие положения

Тип последствий и критерии его определения приведены в 4.7.2 – 4.7.4.

4.7.2 Обморожение

Последствие возникает при снижении температуры кожи ниже 0 °С, когда ткани кожи начинают замерзать.

4.7.3 Потеря чувствительности

Потеря чувствительности возникает при снижении температуры кожи примерно до 7 °С, когда в коже блокируются чувствительные нервные окончания.

4.7.4 Боль

Боль возникает при снижении температуры кожи примерно до 15 °С, когда у человека возникают субъективные болевые ощущения в контактирующей поверхности кожи.

4.8 Оценка риска

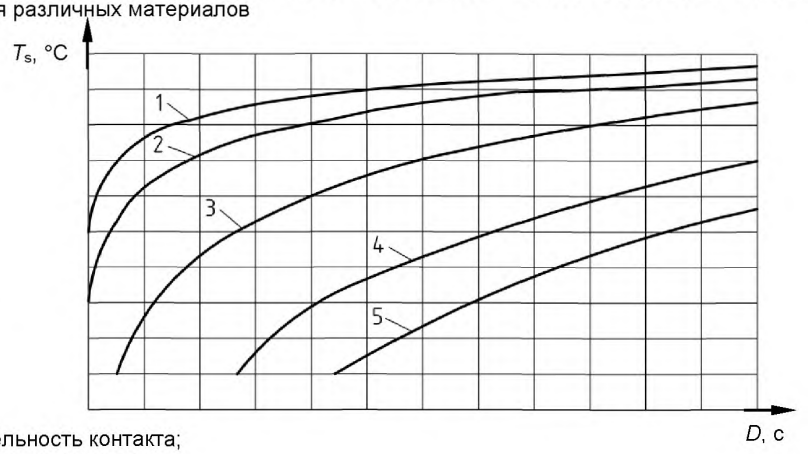
На основе данной информации (см. 4.4 – 4.7.4) для итоговой оценки и установления риска возникновения выбранного типа последствий контакта, следует использовать данные, приведенные в разделе 5. Оценку риска производят на основе температуры поверхности материала и продолжительности контакта, определенных в 5.2 и 5.3.

5 Данные о пороговых значениях

5.1 Общие положения

В данном разделе приведены сведения о пороговых значениях температуры холодных поверхностей, при которых возникают неблагоприятные последствия трех видов. На рисунке 1 показано соотношение между видом материала, продолжительностью контакта и температурой поверхности при контакте кожи с холодной поверхностью. Данные для рисунка 1 получены из эргономической базы данных. Для условий ниже кривой для каждого материала существует риск возникновения неблагоприятных последствий охлаждения кожи. Рисунок приведен только для демонстрации взаимосвязи температуры поверхности и продолжительности контакта, а также различных видов материалов. Количественная информация приведена в последующих разделах.

Рисунок 1 — Кривые функциональной зависимости продолжительности контакта и температуры поверхности для различных материалов



1 – Алюминий;
2 – Сталь;
3 – Камень;
5 – Дерево;
4 – Нейлон;
D – Продолжительность контакта;
T_s – Температура поверхности.

Температурные свойства упомянутых материалов (алюминия, стали, камня, нейлона и дерева) и других материалов приведены в приложении С.

5.2 Контакт пальца с поверхностью

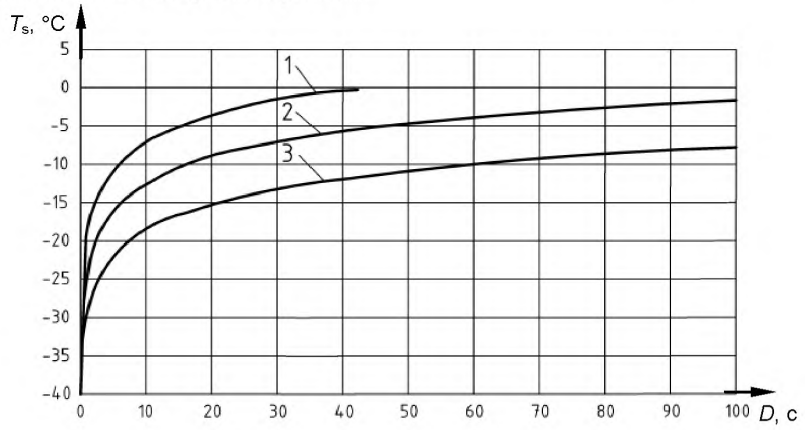
5.2.1 Общие положения

Пороговые значения для контакта пальца с холодной поверхностью установлены в 5.2.2 (рисунки 2 – 4).

5.2.2 Пороговые значения для контакта пальца с поверхностью

Пороговые значения температуры поверхности и продолжительности контакта, вызывающие обморожение пальца, контактирующего с холодной поверхностью (алюминием, сталью и камнем) приведены на рисунке 2.

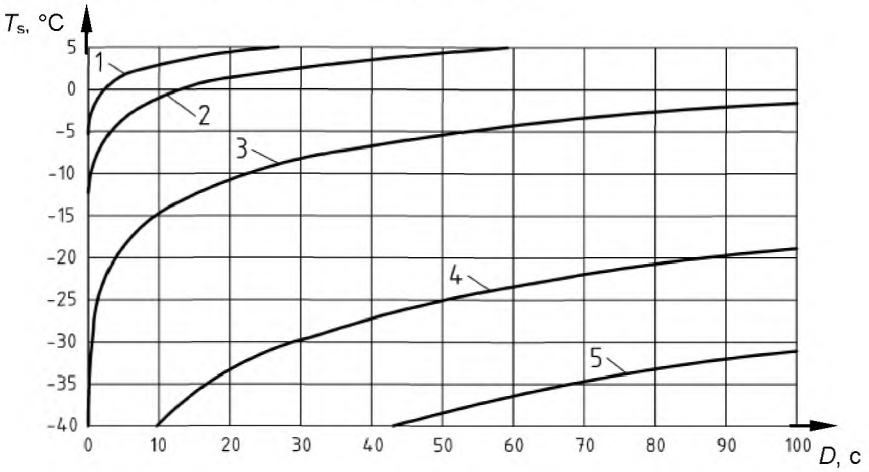
Рисунок 2 — Кривые функциональной зависимости пороговых значений возникновения обморожения от продолжительности контакта пальца с материалами



1 – Алюминий;
2 – Сталь;
3 – Камень

Пороговые значения возникновения нечувствительности пальца, контактирующего с различными материалами, приведены на рисунке 3.

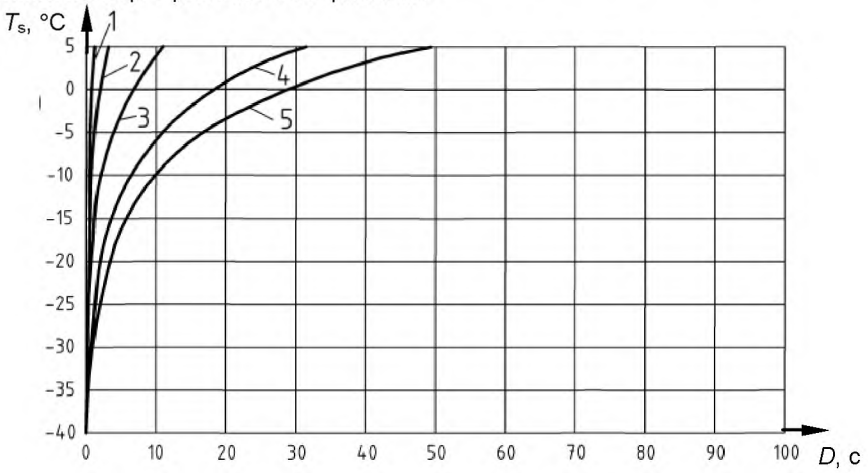
Рисунок 3 — Кривые функциональной зависимости пороговых значений возникновения потери чувствительности от продолжительности контакта пальца с материалами



1 – Алюминий;
2 – Сталь;
3 – Камень;
4 – Нейлон;
5 - Дерево

Пороговые значения возникновения боли в пальце, контактирующем с различными материалами, приведены на рисунке 4.

Рисунок 4 — Кривые функциональной зависимости пороговых значений возникновения боли от продолжительности контакта пальца с разными материалами

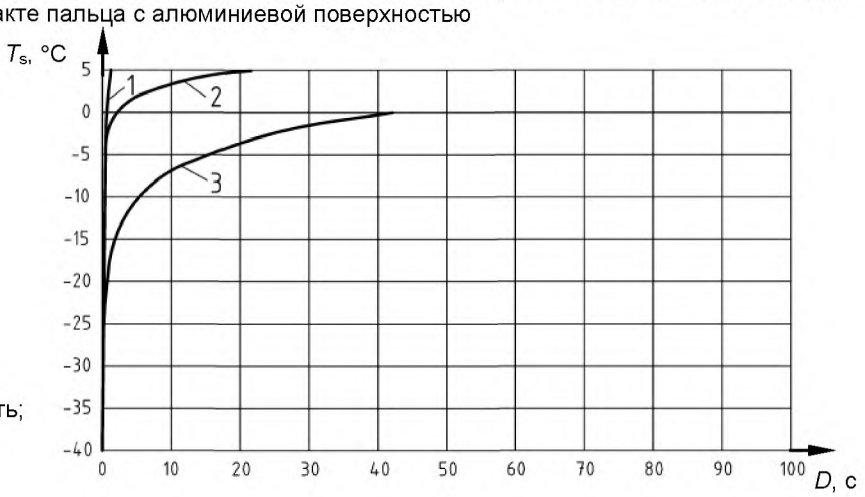


1 – Алюминий;
2 – Сталь;
3 – Камень;
4 – Нейлон;
5 - Дерево

5.2.3 Пороговые значения для различных материалов

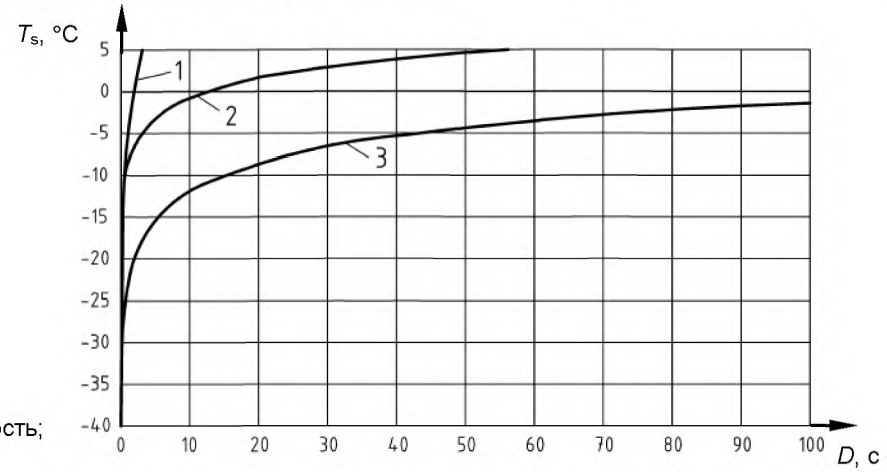
На рисунках 5 – 6 показаны пороговые значения возникновения трех видов последствий контакта пальца с металлами (алюминием и сталью).

Рисунок 5 — Кривые функциональной зависимости пороговых значений возникновения трех видов последствий при контакте пальца с алюминиевой поверхностью



1 – Боль;
2 – Нечувствительность;
3 – Обморожение

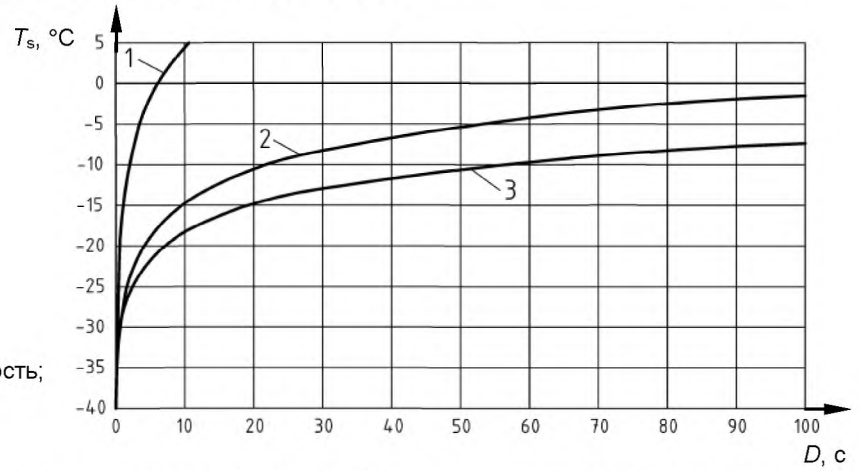
Рисунок 6 — Кривые функциональной зависимости пороговых значений возникновения трех видов последствий при контакте пальца со стальной поверхностью



1 – Боль;
2 – Нечувствительность;
3 – Обморожение

Пороговые значения температуры при контакте пальца с поверхностью камня показаны на рисунке 7. Данные были спрогнозированы с помощью модели из базы данных по контакту пальца с поверхностью.

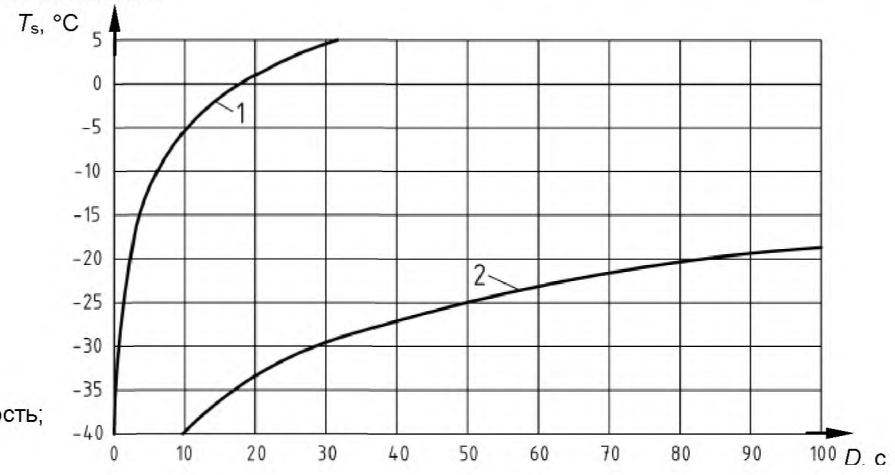
Рисунок 7 — Кривые функциональной зависимости пороговых значений возникновения трех видов последствий при контакте пальца с поверхностью камня



1 – Боль;
2 – Нечувствительность;
3 – Обморожение

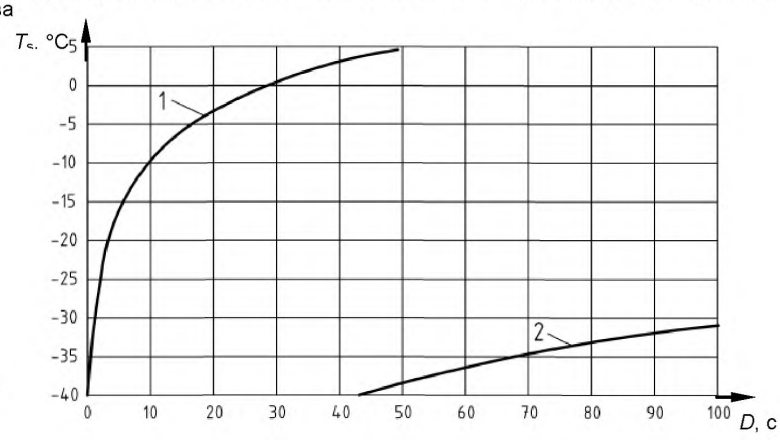
Пороговые значения возникновения боли и нечувствительности при контакте пальца с нейлоном и деревом показаны на рисунках 8 – 9. Данные показали отсутствие возникновения обморожения в случае контакта пальца с нейлоном или деревом.

Рисунок 8 — Кривые функциональной зависимости пороговых значений температуры при контакте пальца с поверхностью из нейлона



1 – Боль;
2 – Нечувствительность;

Рисунок 9 – Кривые функциональной зависимости пороговых значений температуры при контакте пальца с поверхностью из дерева



1 – Боль;
2 – Нечувствительность;

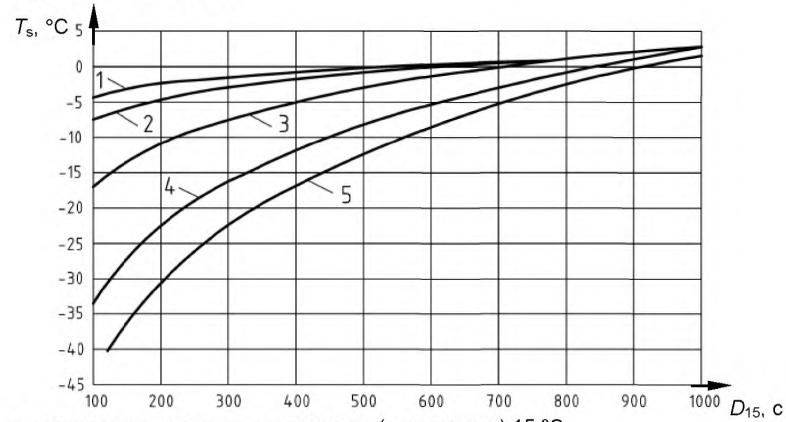
5.3 Захват рукой

Пороговые значения возникновения боли при захвате рукой различных материалов показаны на рисунке 10. Предельные значения основаны на реальных данных восприятия боли испытуемыми.

Между кривыми для контакта пальца и захвата рукой имеются различия. Пороговые значения температуры возникновения боли при захвате материала могут быть ниже, чем при прикосновении пальца (см. приложение А). Основными причинами этого являются:

- возможность небольшой корректировки захвата для лучшего управления ответной реакцией;
- размер и вес захваченных рукой прутов при испытаниях, был меньше, чем у блоков, к которым прикасался палец;
- область контакта при захвате рукой была больше, чем при прикосновении пальцем;
- во время захвата рукой кровоток менее затруднен, чем при прикосновении пальцем;
- при очень низких температурах воздуха потеря тепла за счет конвекции и излучения может способствовать возникновению болевых ощущений.

Рисунок 10 – Кривые зависимости пороговых значений возникновения боли от продолжительности контакта при захвате для пяти материалов



1 – Алюминий;
2 – Сталь;
3 – Камень;
4 – Нейлон;
5 – Дерево

D_{15} – Время достижения температуры контакта (в коже руки) 15 °С

6 Оценка риска

6.1 Общие положения

Вследствие больших индивидуальных различий уровень риска вычисляют для 25-й процентили (см. ИСО 11064-4). Таким образом, пороговые значения следует рассматривать как безопасные для $^3/_4$ совокупности. Для оставшейся $^1/_4$ совокупности сохраняется небольшая

вероятность возникновения неблагоприятных последствий охлаждения. Эта часть совокупности включает в себя людей с повышенной чувствительностью к охлаждению (см. приложение В). Поэтому графики кривых и приведенную интерпретацию риска следует использовать только при выборе и оценке предельных значений или дополнительных мероприятий по снижению риска.

6.2 Температура поверхности выше пороговых значений

Если измеренная температура поверхности выше (до 10 °С) пороговых значений для определенной продолжительности контакта, то риск возникновения неблагоприятных последствий охлаждения отсутствует.

6.3 Температура поверхности ниже или равная пороговым значениям

Если измеренная температура поверхности ниже или равна пороговым значениям для определенной продолжительности контакта, то существует риск возникновения боли, потери чувствительности или обморожения кожи.

6.4 Повышение риска

Риск получения повреждений кожи возрастает при:

- температуре поверхности гораздо ниже пороговых значений охлаждения;
- длительной продолжительности контакта;
- уменьшении возможности быстрого прекращения контакта;
- увеличении досягаемости холодной поверхности для прикосновения;
- увеличении вероятности непреднамеренного контакта;
- увеличении частоты контакта;
- недостатке существующих данных о контакте с определенным материалом.

Если выявлен риск холодовой травмы, должны быть приняты меры для его минимизации.

Примечание — Кроме того, могут существовать региональные положения, требующие принятия защитных мер. Конкретные меры зависят от условий эксплуатации. Примеры защитных мер приведены в приложение Е.

7 Принципы установления предельных значений

Приведенная в настоящем стандарте информация позволяет установить:

- предельные значения температуры поверхности;
- значения продолжительности контакта для использования в технической и другой документации и для решения задач, связанных с реакцией человека при контакте с поверхностями;
- продолжительность контакта и меры по минимизации риска при использовании изделий или продукции.

Процедура определения предельных значений температуры поверхности требует наличия информации:

- об используемых материалах;
- о типах контакта (прикосновение или захват);
- о продолжительности контакта;
- о типах последствий (обморожение, потеря чувствительности или боль).

Процедура определения предельных значений продолжительности контакта требует наличия информации:

- об используемых материалах;
- о температуре поверхности;
- о типах контакта (прикосновение или захват).

На рисунках 2 – 10 приведены кривые зависимостей вида материала, температуры поверхности и продолжительности контакта. Предельное значение может быть выбрано с помощью соответствующего рисунка на основе типа последствий и вида материала. Примеры приведены в приложении D.

8 Принципы минимизации риска

Для минимизации риска необходимо определить:

- оценку риска в соответствии с разделом 6;
- операции, которые требуют контакта с холодной поверхностью, и продолжительность и частота контактов (редко, часто или очень часто);

- возможность обработки контактирующей поверхности (например, окраску, покрытие пластиком);
- возможность защиты холодной поверхности, с которой может произойти непреднамеренный контакт;
- возможности исключения контакта с жидкостью при температуре ниже 0 °С, поскольку он может привести к обморожению. Аналогично сухой лед увеличивает риск возникновения обморожения.

Приложение А
(справочное)

Теоретическое обоснование

А.1 Общие положения

Пороговые значения температуры контакта, установленные в разделе 5, основаны на научном исследовании, выполненном группой по изучению холодных поверхностей [3]. В зависимости от последствия контакта были определены безопасные температуры для рассмотренных материалов. Затем была определена безопасная продолжительность контакта для различных сочетаний материала и температуры его поверхности. Результаты были объединены в базу данных, которая может служить основой для разработки эргономической базы данных в соответствии с настоящим стандартом.

Подробная информация о базе данных приведена в [3]:

А.2 База данных

А.2.1 Общие сведения

База данных, содержащая экспериментальные данные о контакте пальца с поверхностями и захвате рукой холодных поверхностей, была создана на основе совокупных данных, полученных из пяти лабораторий, участвовавших в проекте. Все лаборатории использовали общую методологию, приведенную в [5], [6], [7], [8], [10], [11] и [12]. Были проведены эксперименты с различными материалами (деревом, нейлоном, камнем, сталью и алюминием) при различных температурах поверхностей этих материалов (от минус 40 °С до 5 °С). Каждая отдельная кривая температуры при контакте кожи пальца с поверхностью (T_c) по отношению к времени контакта была последовательно нанесена на график для всех записей. Время контакта для критической температуры контакта (15 °С, 7 °С и 0 °С) для каждой кривой было получено с помощью интерполяций и экстраполяций [4] и [8].

Две базы данных о прикосновении пальца и захвате рукой были созданы в соответствии с результатами эксперимента. Обе базы данных содержат следующую важную информацию:

- характеристики человека: возраст, вес, рост, площадь поверхности и объем кисти, область контакта;
- параметры эксперимента: температура поверхности материала (T_s), нахождение руки человека в холодном контейнере или всего человека в холодной климатической камере;
- параметры, такие как продолжительность нахождения испытуемого в климатической камере, температура кожи перед контактом, определение наличия боли и потери чувствительности перед каждым испытанием;
- критерии остановки испытаний (риск обморожения, боль или достижение установленного времени контакта), продолжительность испытаний, определение температуры кожи, наличия боли и потери чувствительности после каждого испытания;
- документирование параметров, таких как время, температура, наличие боли и потери чувствительности в процессе каждого испытания;
- характеристика и изменение температуры кожи во времени (до достижения температуры контакта в 15 °С, 7 °С и 0 °С);
- характеристики материала: теплопроводность, удельная теплоемкость, плотность и коэффициент контакта.

Кроме того, время контакта, необходимое для достижения критической температуры контакта, индивидуально (см.[3] и [13]). При определении времени контакта для критической температуры контакта должны быть учтены индивидуальные особенности людей. Чтобы избежать сложностей, связанных с индивидуальными особенностями людей, и обеспечить защиту пальцев и кистей рук при контакте с холодными поверхностями, время контакта для критической температуры контакта было определено с использованием статистических результатов для нижнего квартиля. Кроме того, графики кривых пороговых значений указывают температуру только между минус 40 °С и 5 °С, так как это диапазон условий эксперимента. Результаты экстраполяции за пределы этого диапазона не проверены.

А.2.2 База данных о контактах пальца с поверхностями

Количество испытаний составило 1657 при 24 условиях воздействий. Результаты показали, что в большинстве экспериментов с поверхностями из нейлона и дерева может быть достигнута продолжительность контакта в 120 с. Для стали и алюминия это временное ограничение также может быть достигнуто при определенных температурах поверхности. Время контакта в 120 с. было выбрано как самое продолжительное время сохранения физического контакта с холодной поверхностью. На практике люди в большинстве случаев прерывают контакт задолго до достижения предельного времени.

Из-за изменения со временем температуры контактирующей поверхности, время достижения температуры в 15 °С (порог возникновения боли t = 15 °С) было получено или интерполяцией или

экстраполяцией. Время достижения температуры в 7 °С (порог потери чувствительности t = 7 °С) и 0 °С (порог возникновения обморожения t = 0 °С) были получены экстраполяцией.

А.2.3 База данных о захвате рукой

База данных о захвате рукой включает в себя 584 испытания при 21 условии воздействий. В дополнение к испытуемому материалу (дереву, нейлону, стали и алюминию) был добавлен пятый материал (камень). Для получения контрольных значений были проведены исследования руки под воздействием холодного воздуха (без контакта с поверхностью).

Интерполяция и экстраполяция продолжительности контакта, для разных температур была возможна только для температуры в 15 °С. В большинстве случаев температура контакта в конце испытаний была выше 15 °С (15,9 °С ± 5,2 °С).

А.3 Эмпирическое моделирование

Для эмпирического прогнозирования продолжительности контакта, как функции температуры поверхности (T_s) и коэффициента контакта (F_c) материала для различных пределов критической температуры контакта, был использован нелинейный регрессионный анализ.

Полученная нелинейная модель имеет вид:

$$\mathrm{Time} = \left(A \middle| F_c^{\,B}\right) \cdot \exp\left(C \cdot F_c^{\,D} \cdot T_s\right),$$

где A, B, C и D - константы, которые могут быть вычислены с помощью (нерегрессионной) итерационной процедуры. Модель позволяет получить отдельные уравнения для каждого материала и последствия. В случаях, когда один или несколько коэффициентов не оказывали существенного влияния на результат, были использованы упрощенные уравнения. Значения констант в уравнении были получены для сочетаний материалов и температур контакта. Каждую модель прогнозирования использовали со следующими ограничениями:

- прогнозирование для экспериментов с прикосновением пальцем проводилось для продолжительности контакта не более 100 с;
- для каждой из трех различных температур использованы отдельные уравнения;
- не выполнялось прогнозирование для поверхностей из дерева и нейлона при t = 0 °С.

Экстраполяции для всех материалов являются достоверными. Прогнозируемые значения ниже, чем экспериментальные значения, что говорит об определенной безопасности их использования. Однако, в случае контакта пальца с поверхностью из дерева и нейлона, экстраполированные значения для t = 0 °С существенно ниже, чем для t = 7 °С. Выражение для прогнозирования при t = 0 °С не может быть использовано для этих неметаллических материалов.

Во многих экспериментах с захватом рукой люди самопроизвольно прерывали эксперимент до истечения 20 мин из-за возникновения боли при температурах ниже 15 °С. По этой причине было построено дополнительное регрессионное уравнение для температуры поверхности и произвольного времени контакта. Для получения этого уравнения были использованы все имеющиеся данные. Линия регрессии хорошо согласована с моделью прогнозирования температуры и была использована для получения предельных значений температуры (рисунок 10). В экспериментах с захватом время воздействия было больше, поэтому данные приведены для воздействия в течение 100 – 1000 с.

Приложение В
(справочное)

Расширение области применения стандарта

В.1 Более широкая совокупность

Необходимо учитывать, что время реакции на холод более широкой совокупности людей (включая детей, пожилых людей и людей с ограниченными возможностями) сильно отличается, поскольку из-за свойств кожи время реакции у пожилых людей больше, чем у молодых. Для расчетов можно использовать информацию о тепловых свойствах материалов, приведенную в приложении С.

В.2 Другие материалы

Для материалов, которые не использовались в экспериментальных исследованиях, и, соответственно, не отражены на рисунках, пороговые значения в некоторых случаях могут быть интерполированы на основе значений, приведенных на рисунках раздела 5. Для расчетов можно использовать информацию о тепловых свойствах материалов, приведенную в приложении С.

В.3 Покрытие и текстура поверхности

Пороговые значения, приведенные на рисунках 2 – 4, действительны для материалов с гладкими поверхностями без покрытия. Текстура поверхности влияет на характер контакта. Для поверхностей с покрытием и шероховатых поверхностей могут быть применимы более низкие пороговые значения. Следовательно, приведенные пороговые значения показывают возможность защиты от неблагоприятных последствий при контакте с шероховатыми поверхностями и поверхностями с покрытием.

Примечание — В настоящее время значения, отражающие влияние покрытия и текстуры поверхностей, отсутствуют.

В.4 Жидкости и другие вещества

Попадание на кожу текучих веществ с температурой ниже 0 °С имеет высокий риск развития обморожения. Примерами могут служить бензин и петролейный эфир. Сухой лед также увеличивает риск возникновения обморожения.

Приложение С
(справочное)

Температурные свойства материалов, используемых в экспериментальных исследованиях

В таблице С.1 приведены тепловые характеристики и дополнительная информация о материалах. Тепловые характеристики и дополнительная информация о материалах приведены в соответствии с ИСО 13732-1.

Примечание — Могут существовать небольшие отклонения в свойствах материалов. Для более точного применения должны быть использованы измеренные характеристики фактически используемого материала.

Таблица С.1 – Тепловые характеристики материалов

Материал	Теплопроводность K [a], Вт/м·К	Удельная теплоемкость материала c, 10^3·Дж/кг·	Плотность ρ, 10^3·кг/м^3	Тепловая инерция, 10^6·Дж^2/с·м^4·К^2	Коэффициент контакта F_c, 10^3·Дж/с^{0,5}м^2·К
Кожа человека	0,55	4,61	0,90	2,28	1,51
Алюминий [b]	180	0,90	2,77	449	21,2
Латунь	85,5	0,38	8,90	287	16,9
Сталь [b]	14,8	0,46	7,75	52,9	7,27
Бетон	2,43	0,92	2,47	5,52	2,35
Мрамор	2,30	0,88	2,70	5,47	2,34
Камень [b]	2,07	0,75	2,80	4,35	2,08
Стекло [c]	0,88	0,67	2,60	1,53	1,24
Кирпич	0,63	0,84	1,70	0,90	0,95
Нейлон [b]	0,34	1,48	1,20	0,61	0,78
Дерево [b]	0,22	2,20	0,56	0,27	0,52

[a] — Термины и обозначения приведены в разделе 3.
[b] — Эти материалы были использованы в экспериментальных исследованиях и их характеристики были измерены.
[c] — Обычное стекло.

Приложение D
(справочное)

Примеры оценки холодового риска

D.1 Проблема

При выполнении в холодных условиях действий, требующих точности, может возникнуть необходимость работы без перчаток. Обычно это связано с управлением оборудованием и инструментами, перемещением различных предметов за счет мускульной силы, сложным ремонтом или сборочно-монтажными работами. Воздействие холода внутри помещений часто связано с хранением и перемещением охлажденных или замороженных продуктов (например, в пищевой промышленности). У человека может возникнуть преднамеренный или случайный контакт с холодной поверхностью, вследствие чего возникает серьезное локальное охлаждение. При этом определены два типа контакта:

a) прикосновение к холодной поверхности кончиком пальца в течение короткого периода времени, обычно на несколько секунд;

b) захват холодных материалов кистью руки на время от нескольких секунд до нескольких минут зачастую прерывистый.

Контакт с холодной поверхностью обычно является преднамеренным, но возможен и непреднамеренный контакт. Во втором случае контакт обычно короткий т.к. прерывается рефлекторно, однако осознанная реакция на контакт может занять большее время. Следовательно, в этом случае должны быть предусмотрены дополнительные меры безопасности. Данная рекомендация особенно актуальна при контакте с металлами.

D.2 Процедура

D.2.1 Общая информация

Процедура оценки риска и определения предельного значения температуры требует наличия информации о следующих факторах:

D.2.2 Материал

Необходимо идентифицировать материал и его тепловые характеристики. Примеры приведены в таблице С.1. Если данные о материале отсутствуют, то может быть проведена аппроксимация с помощью выбора аналогичного материала или интерполяции между материалами.

D.2.3 Температура

Температуру поверхности материала измеряют или вычисляют на основе условий воздействия. Например, оборудование, которое хранят и используют в холодной среде, охлаждается до температуры окружающей среды.

D.2.4 Тип контакта

Необходимо определить тип контакта (прикосновение пальцем или захват).

D.2.5 Продолжительность контакта

Продолжительность контакта определяют или вычисляют на основе наблюдений или другой важной информации. Примеры приведены в таблице D.1.

Таблица D.1 – Примеры продолжительности контакта

Продолжительность контакта до	Примеры контакта с холодной поверхностью	
	Преднамеренный контакт	Непреднамеренный контакт
1 с	—	Прикосновение к холодной поверхности и быстрое прекращение контакта из-за возникновения чувства боли
3 с	Включение/выключение выключателя, нажатие на кнопку или извлечение маленькой (запасной) детали кончиками пальцев	Прикосновение к холодной поверхности в случае увеличенного времени реакции
10 с	Длительная активация выключателя, небольшое регулирование рукояткой рычага управления, ручного маховика или вентиля, переноска запасных деталей руками или пальцами	Падение на холодную поверхность с медленным подъемом
100 с	Работа с рукоятью рычага управления, вентилем, закручивание гаек и т.д. с помощью пальцев или кистей рук	Человек подскальзывается и падает на холодную поверхность, после чего не может самостоятельно подняться
20 мин или более	Использование ручных инструментов, поворотных выключателей, рукоятки рычага управления захватом рукой	

D.2.6 Критерий оценки

Необходимо выбрать подходящий критерий оценки (боль, потеря чувствительности или обморожение).

D.2.7 Определение пределов температуры или времени

На рисунках 1 – 10 приведены соотношения между видом материала, температурой поверхности и временем контакта для определенного последствия. В соответствии с указанными значениями выбирают предельное значение, основываясь на последствии, материале и времени.

D.3 Примеры

Пример 1 – Холодный контейнер

Тележки с контейнерами, сделанными из нержавеющей стали, используют в пищевой промышленности для перевозки замороженных продуктов из холодильных складов с температурой минус 25 °С в зал обработки (при температуре +5 °С). Температура контейнеров в этих условиях составляет приблизительно минус 25 °С.

Для защиты рук от холодовой травмы (обморожения) во время коротких контактов (не более 20 с) с тележкой (при толкании или вытягивании) предельная температура поверхности тележки должна быть не ниже минус 8 °С.

Это может быть интерпретировано как необходимость:

- управления температурой поверхности тележки (непрактично);
- применять изоляционное покрытие для зон контакта с тележкой;
- использовать защитные перчатки (см. EN 511), если тележка часто используется в холодильном складе.

Пример 2 – Пневматические инструменты

Пневматические инструменты обычно используют в течение 5-10 мин. При работе пневматического инструмента, его поверхность охлаждается до низких температур, при комнатной температуре температура поверхности инструмента может снижаться до 0 °С.

Человек может начать чувствовать боль уже через несколько секунд после захвата инструмента (менее 10 с для алюминия и около 60 с для нержавеющей стали).

С целью защиты рук инструменты должны иметь изоляцию в местах контакта с кожей человека и/или человек должен использовать перчатки.

Пример 3 – Сервисные и ремонтные работы при низкой температуре

Необходимо проводить обслуживание телекоммуникационной вышки в зимнее время. Телекоммуникационные вышки выполнены из стали, а их высота обычно составляет 50 - 350 м. Во время обслуживания или ремонта в зимнее время температура окружающей среды может быть ниже минус 10 °С, а иногда даже ниже минус 30 °С с сильным ветром. Инструменты для обслуживания быстро охлаждаются при низких температурах. Были выявлены два аспекта риска возникновения холодового стресса.

a) Преднамеренный контакт с объектом: Ремонтный рабочий прикасается к холодным частям ремонтируемого объекта с температурой ниже минус 15 °С. При выполнении задач, требующих точности, например, замене соединения при необходимости откручивания гайки ремонтный рабочий прикасается к холодным частям ремонтируемого объекта с температурой ниже минус 15 °С. В данном случае существует риск холодовой травмы. Для предотвращения обморожения кожи необходима продолжительность контакта не более 5 с (прикосновение к стальной поверхности при температуре минус 15 °С, рисунок 6 в 5.2.3).

b) Непреднамеренный контакт с холодными поверхностями: после захвата ручного инструмента при температуре минус 15 °С, рабочий по привычке использует холодный ручной инструмент (гаечный ключ), сделанный из стали, не одевая перчатки.

Болезненные ощущения возникают в течение 0,5 с и затем быстро развивается потеря тактильной чувствительности пальцев. Эти последствия приводят к потере эффективности выполнения работ и могут привести к несчастному случаю. Для предотвращения несчастных случаев необходимо установить предельное значение температуры выше 0 °С для непреднамеренного контакта с холодной стальной поверхностью продолжительностью менее 3 с (рисунок 6 и таблица D.1). Для этого могут быть приняты следующие защитные меры:

- изоляция инструмента (пластиковое покрытие инструментов или подогрев ящика для инструментов);
- использование предупреждающих знаков с указанием пороговых значений охлаждения;
- использование эргономичной защитной одежды (закрытые карманы для инструментов, двойные перчатки).

Пример 4 – Нарезка мяса с помощью оборудования

Опасности, вызываемые воздействием холода, распространены в пищевой промышленности. Температура мяса при его обработке и окружающей среды обычно находится в диапазоне от минус 5 °С до 5 °С. Сообщения о холодовых травмах кистей и особенно пальцев здесь особенно распространены. Для защиты кистей рук и пальцев от холодовой травмы, продолжительность контакта с холодным мясом при температуре минус 5 °С не должна превышать 20 мин. (рисунок 10). Контакт с холодным оборудованием из нержавеющей стали не должен превышать 45 с для предотвращения обморожения пальцев, 5 с – для предотвращения потери чувствительности и 2 с - для предотвращения появления болевых ощущений (рисунок 6). Для этого должны быть приняты следующие защитные меры:

- использование защитных перчаток от влаги и холода;
- использование предупреждающих знаков с указанием пороговых значений охлаждения;
- покрытие рукояток оборудования для разделки мяса изоляционным материалом с более высокими теплоизоляционными свойствами.

Пример 5 – Предельные значения, установленные в стандарте

Медицинское электрооборудование используют в различных температурных условиях. При работе в условиях низких температур для предотвращения обморожения рук и пальцев оператора рекомендовано использовать нижеприведенную информацию. Представленные значения обеспечивают защиту даже при более низких значениях температур.

Продолжительность контакта, с	Предельное значение отрицательной температуры, °С
< 1	–20
1 – 10	–7
> 10	–2

Приложение Е
(справочное)

Защитные меры

Учитывая последствия, приведенные в разделе 5, следующие меры могут быть приняты по отдельности или в сочетании.

1) Инженерные меры:
- изоляция объекта (нанесение изолирующего покрытия);
- изменение структуры поверхности (придание шероховатости, использование рифления и т.д.);
- изоляция или обогрев ящика для инструментов (например, электрический обогрев);
- нагрев места проведения работ, ручек и инструментов (например, с помощью вентилятора теплого воздуха);
- ограждение холодных поверхностей (с помощью барьеров или экранов).

2) Организационные меры:
- техническая документация, инструкции, обучение;
- планирование работы с учетом погодных условий;
- контроль индивидуальных симптомов (белые пятна на коже, ощущение боли, возникновение потери чувствительности и т.д.);
- использование предупреждающих знаков на холодных объектах (визуальные и акустические сигналы опасности);
- улучшение производственного процесса.

3) Меры индивидуальной защиты:
- использование средств индивидуальной защиты (теплой одежды и перчаток);
- использование двух пар перчаток (для выполнения точных работ могут быть сняты с рук наружные перчатки, а работа выполнена в тонких внутренних);
- использование эргономичной рабочей одежды (например, карманов для инструментов с внутренней стороны верхней одежды, которые помогают сохранять инструменты теплыми).

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 12100:2010	–	*

* 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.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT – идентичные стандарты.

Библиография

[1] EN 511:2006 Protective gloves against cold

[2] ИСО 13732-1:2006 Ergonomics of the thermal environment -- Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces -- Part 1: Hot surfaces

[3] Holmér I., Geng Q. and Cold Surfaces Research Group (2000) Temperature Limit Values For Cold Touchable Surfaces- final report of EU Project SMT4-CT97-2149. Accepted by European Commission DG XII SMT

[4] Holmér, I., Geng, Q. and the Cold Surfaces Research Group. Temperature limit values for cold toushable surfaces. Arbete och Hälsa 2003:7, National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden, 2003 (Final report to EC)

[5] Geng Q., Karlsson E., Kuklane K. and Holmér I. (1999) Change in the Skin-surface Interface Temperature of Finger Touching on Cold Surfaces. Proceedings of10th Year Anniversary Ergonomics Conference, Luleå, Sweden. 124-129

[6] Geng Q., Holmér I. and Cold Surfaces Research Group (2000) Finger Contact Cooling on Cold Surfaces: effect of pressure. Proceedings of 9 th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-Univerisity Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, 181-184

[7] Geng Q., Holmér I. and Cold Surfaces Research Group (2001) Change in the Contact Temperature of Finger Touching Cold Surfaces. International Journal of Industrial Ergonomics,27(6)

[8] Hartog E. den, Havenith G. and Cold Surface Research Group (2000) Modelling of Fingertip Cooling during Contact with Cold Materials. Proceedings of 9th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-Univerisity Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, pp 197-200

[9] Holmér I., Geng Q. Q., Malchaire J. and ColdSurf research group (2000) Database For Touchable Cold Surfaces. Accepted by Proceedings of 9th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-Univerisity Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, 201-204

[10] Jay O., Havenith G. and Cold Surface Research Group (2000) The Effects of Gender on Temperature Limit Values for Cold Touchable Surfaces. Proceedings of 9t ICEE Ruhr 2000, Ruhr-Univerisity Bochum, Germany, July 30 –August 4, 2000, 185-188

[11] Piette A., Malchaire J. and Cold Surface Research Group (2000) Duration Limit after Cold Grip Exposure with Several Materials. Proceedings of 9th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-Univerisity Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, 193-196

[12] Powell S., Havenith G. and Cold Surface Research Group (2000) The Effects of Contact Cooling on Manual Dexterity and Cooling of the Hand. Proceedings of 9th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-Univerisity Bochum, Germany July 30 –August 4, 2000, pp 205-208

[13] Rissanen S., Rintamäki H. and Cold Surface Research Group (2000) Individual Variation during Slow and Rapid Contact Cooling. Proceedings of 9th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-Univerisity Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, pp 189-191

[14] ISO 7726:1998 Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities

[15] ISO 11064-4:2004 Ergonomic design of control centres - Part4: Layout and dimensions of workstations

УДК 331.433:006.354 **ОКС 13.180** **Э65**

Ключевые слова: термальная среда, термальный стресс, транспортное средство, оценка термального стресса, теплообмен человека, холодовой стресс, тепловой стресс, эквивалентная температура, термонейтральная зона, HVAC-система

Подписано в печать 01.04.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,79. Тираж 31 экз. Зак. 937

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»,

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru