



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۰۱۵۰-۳

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

10150-3

1st. Edition

2014

ارگونومی محیط‌های حرارتی - روش‌های ارزیابی

پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح - قسمت ۳:

سطوح سرد

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

ICS:13.180

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد^۱ (ISO) کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک^۲ (IEC) و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی^۳ (OIML) است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی^۵ (CAC) در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1-International organization for Standardization

2-International Electro technical Commission

3-International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legale)

4-Contact point

5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« ارگونومی محیط‌های حرارتی - روش‌های ارزیابی پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح - قسمت ۳:

سطوح سرد»

رئیس:

شکوری، سید کاظم

(دکترای تخصصی طب فیزیکی و توان‌بخشی)

دبیر:

سالک‌زمانی، یعقوب

(دکترای تخصصی طب فیزیکی و توان‌بخشی)

سمت و/یا نمایندگی

دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دانشگاه علوم پزشکی تبریز

اعضاء: (به ترتیب حروف الفباء)

آل احمدی، ام‌البنین

(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

انجمن صنفی مدیران کنترل کیفی صنایع استان

آذربایجان شرقی

حسین‌زاده، ملیحه

(دکترای حرفه‌ای پزشکی)

شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان

حیدری، نوید

(دکترای حرفه‌ای پزشکی)

کارشناس

رنجبر، فرامرز

(دکترای مهندسی مکانیک)

دانشگاه تبریز

سالک‌زمانی، سحر

(دکترای حرفه‌ای پزشکی)

کارشناس

سالک‌زمانی، مریم

(فوق لیسانس علوم تغذیه)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

فرجی، رحیم

(لیسانس شیمی کاربردی)

پژوهشگاه استاندارد

معینیان، سید شهاب

(فوق لیسانس شیمی)

پژوهشگاه استاندارد

جمعیت هلال احمر استان آذربایجان شرقی

میرزایی، صفر
(فوق لیسانس ارتوپدی فنی)

دانشگاه صنعتی سهند

ولی پور، جواد
(دکترای شیمی تجزیه)

مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی

همت جو، یوسف
(فوق لیسانس بهداشت حرفه‌ای)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول ارزیابی ریسک
۵	۵ داده‌های آستانه
۱۴	۶ ارزیابی ریسک
۱۴	۷ اصول تعیین مقادیر حد
۱۵	۸ اصولی برای اقدامات کاهش ریسک
۱۶	پیوست الف (اطلاعاتی) زمینه علمی
۱۹	پیوست ب (اطلاعاتی) توسعه کاربرد
۲۰	پیوست پ (خواص حرارتی مواد انتخاب‌شده
۲۱	پیوست ت) مثال‌هایی از ارزیابی ریسک سرد
۲۵	پیوست ث) اقدامات حفاظتی
۲۶	پیوست ج) کتابنامه

پیش گفتار

ارگونومی محیط‌های حرارتی- روش‌های ارزیابی پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح - قسمت ۳: سطوح سرد
"که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های فنی مربوط تهیه و تدوین شده و در چهار صد و سی و سومین
اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۹۲/۱۲/۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به
استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱،
به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات،
استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این
استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین،
باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

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

ارگونومی محیط‌های حرارتی - روش‌های ارزیابی پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح - قسمت ۳: سطوح سرد

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌هایی برای ارزیابی ریسک جراحت ناشی از سرما و سایر اثرات نامطلوب هنگام تماس پوست بدون محافظ دست/انگشت با سطوح سرد است. این استاندارد، داده‌های ارگونومیکی را برای تعیین مقادیر حد دمایی^۱ برای سطوح سرد فراهم می‌کند. مقادیر تعیین شده می‌تواند برای تدوین استانداردهای خاص، در صورت نیاز به مقادیر حد دمایی سطح، مورد استفاده قرار گیرد. این استاندارد برای همه محیط‌هایی که سطوح جامد سرد مسبب ریسک اثرات حاد برای مثال درد، کرختی^۲ و یخ‌زدگی^۳ است، کاربرد دارد. داده‌ها به دست‌ها محدود نیست، و برای پوست انسان به طور کلی کاربرد دارد. این استاندارد برای پوست سالم بزرگسالان (هر دو جنس) کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 12100-1:2003, Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design
- Part 1: Basic terminology, methodology

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف استاندارد ISO 12100-1، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز کاربرد دارد:

۱-۳

سطح قابل لمس

1- Temperature limit values
2- Numbness
3- Frostbite

سطح یک محصول، که می‌تواند توسط فرد لمس شود.

۲-۳

دمای سطح

T_s

منظور از دمای سطح، دمای سطح ماده بر حسب درجه سلسیوس است.

۳-۳

دمای تماس بحرانی

T_c

دمای تماس که در آن معیارهای تعریف‌شده پاسخ پوست بر حسب درجه سلسیوس به دست می‌آید.

۴-۳

بازه تماس

D

منظور از بازه تماس که بر حسب ثانیه بیان می‌شود، مدت زمانی است که طی آن پوست با سطح تماس می‌یابد.

۵-۳

اینرسی حرارتی^۱

منظور از اینرسی حرارتی، حاصل ضرب چگالی (ρ)، هدایت حرارتی (k) و ظرفیت حرارتی ویژه (c) یک ماده است.

۶-۳

عامل تماس

F_c

منظور از عامل تماس، ضریب نفوذ حرارتی، محاسبه‌شده به صورت ریشه دوم اینرسی حرارتی می‌باشد.

یادآوری - تعریف ریاضی عبارت است از: $F_c = \sqrt{\rho.K.c}$

که در آن:

ρ چگالی ماده؛

K هدایت حرارتی ماده؛

c ظرفیت حرارتی ماده.

۷-۳

صدک^۲

درصد جمعیتی که مشخصه‌های خاص آن‌ها، در یک توزیع تجمعی، زیر یا بالای مقدار معین واقع می‌شود.

1-Thermal inertia

2- Percentile

۴ اصول ارزیابی ریسک

۱-۴ کلیات

به منظور ارزیابی ریسک جراحات ناشی از سرما و سایر اثرات، مراحل زیر (بندهای ۲-۴ تا ۸-۴) باید انجام شود.

۲-۴ شناسایی سطوح قابل لمس سرد

همه اطلاعات اساسی درباره سطوح قابل لمس سرد از یک جسم باید جمع‌آوری شود. این امر باید شامل مولفه‌های وصفی زیر باشد:

الف- دستیابی‌پذیری سطح؛

ب- برآورد صحیح دماهای سطح (بالای یا زیر صفر درجه سلسیوس)؛

پ- ماده و بافت سطح سرد؛

ت- همه شرایط عملیاتی از جسمی که در آن‌ها تماس با سطح سرد مورد نیاز است (به ویژه بدترین حالت).

۳-۴ مشاهده و آنالیز کار^۱

باید همه اطلاعات ضروری درباره تماس با سطح سرد، مطابق فعالیت‌ها و کارهای مورد نیاز، به وسیله مشاهده یا آنالیز، جمع‌آوری شود. بهتر است به تماس عمده و غیرعمده با سطوح سرد توجه ویژه شود. نوع و ماهیت تماس باید از مشاهده و آنالیز کار شناسایی شود.

الف- سطوح سرد که لمس می‌شوند و احتمال دارد که لمس شوند؛

ب- لمس عمده یا غیرعمده؛

پ- دفعات لمس عمده؛

ت- احتمال لمس غیرعمده؛

ث- بازه تماس با سطح سرد؛

ج- سطح تماس؛

چ- نیروی تماس.

۴-۴ طبقه‌بندی تماس با سطح سرد

۱-۴-۴ کلیات

نوع تماس طبق دو رده^۲ زیر طبقه‌بندی می‌شود:

۲-۴-۴ لمس با انگشت^۳

افراد ماده معینی را طی بازه کوتاه (تا ۱۲۰ ثانیه) لمس می‌کنند. سطح تماس کوچک است (فقط نوک انگشت^۴).

1-Task
2-Category
3-Finger touching
4-Finger pad

۴-۴-۳ گرفتن با دست^۱

افراد جسمی از ماده معین را با دست می‌گیرند. "گرفتن با دست" برای بازه طولانی‌تر (تا ۱۲۰۰ ثانیه) انجام می‌شود.

۴-۵ اندازه‌گیری دمای سطح

دماهای سطح باید در قسمت‌هایی از جسم اندازه‌گیری شود که در آن جا، پوست با سطح تماس می‌یابد. اندازه‌گیری باید تحت شرایط عملیاتی واقعی جسم با استفاده از ترموکوپل^۲ انجام شود. درستی^۳ ابزار باید ± 0.5 درجه سلسیوس در گستره ۲۵- درجه سلسیوس تا ۵+ درجه سلسیوس و ± 1 درجه سلسیوس در دماهای زیر ۲۵- درجه سلسیوس باشد (به استاندارد ISO 7726 و مرجع شماره ۴ کتابنامه مراجعه کنید). یادآوری- نتایج اندازه‌گیری دمای سطح فقط می‌تواند با مقادیر آستانه بند ۵، در صورتی که با استفاده از قانون اندازه‌گیری فیزیکی یکسان به کار رفته برای تعیین مقادیر مزبور، انجام شده باشد، مقایسه شود. کاربرد قانون اندازه‌گیری متفاوت برای مثال دماسنج تابشی^۴ می‌تواند نتایج دیگری به دست دهد که نتواند با ارقام آستانه مقایسه شود.

۴-۷ طبقه‌بندی نوع اثر بر پوست هنگام تماس

۴-۷-۱ کلیات

نوع اثر باید طبق معیارهای زیر تعیین شود:

۴-۷-۲ یخ‌زدگی

با افت دمای تماس زیر صفر درجه سلسیوس، یخ‌زدگی قابل انتظار است. در این حالت بافت پوست تماس‌یافته منجمد خواهد شد.

۴-۷-۳ کرختی

با افت دمای تماس تا حدود هفت درجه سلسیوس، کرختی قابل انتظار است. در این حالت گیرنده‌های حسی پوست تماس‌یافته بلوکه شده و کرختی ایجاد خواهد شد.

۴-۷-۴ درد

با افت دمای تماس تا حدود ۱۵ درجه سلسیوس، درد قابل انتظار است. در این حالت، حس ذهنی درد در پوست تماس‌یافته تجربه خواهد شد.

۴-۸ ارزشیابی ریسک

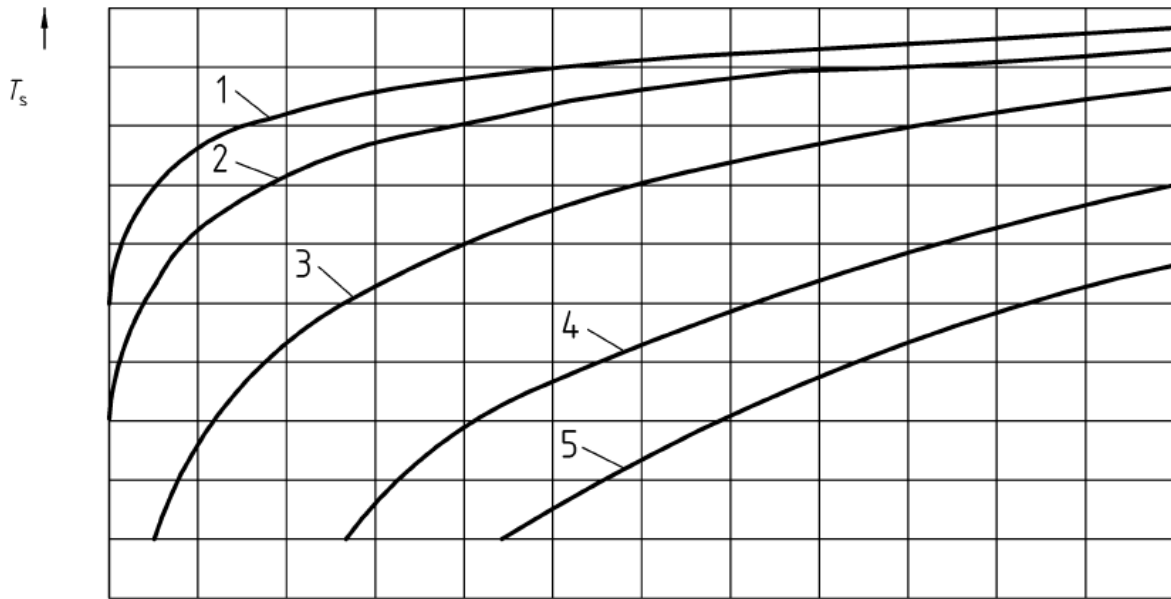
بر اساس این اطلاعات، از داده‌های بند ۵ باید برای ارزیابی نهایی وجود یا عدم وجود ریسک اثرات تماس با سطح سرد استفاده شود. ریسک براساس دمای سطح و بازه تماس مشخص شده در بندهای ۲-۵ تا ۳-۵ برآورد می‌شود.

1-Hand gripping
2-Thermocouples
3-Accuracy
4-Radiation thermometer

۵ داده‌های آستانه

۱-۵ کلیات

در این بند، داده‌های دمای سطح برای آستانه‌های خنک‌کننده از پایگاه داده‌ای ارگونومی ارائه شده است. در شکل ۱ نسبت اصلی بین ماده، زمان، و دما برای پوست در تماس با سطح سرد نشان داده شده است. زیر منحنی هر ماده، ریسک اثر نامطلوب ناشی از خنک‌شدگی پوست وجود دارد. این شکل، فقط راهنمای رابطه دما/زمان و اثرات نسبی مواد مختلف است. اطلاعات کمی در بندهای بعدی ارائه شده است.



$D \rightarrow$

راهنما:

1 آلومینیوم

2 فولاد

D بازه تماس

3 سنگ

4 نایلون

T_s دمای سطح

5 چوب

شکل ۱- رابطه اصلی بین ماده، بازه و دما برای پوست در تماس با سطح سرد

خواص حرارتی مواد مذکور (آلومینیوم، فولاد، سنگ، نایلون و چوب) و سایر مواد منتخب در پیوست پ ارائه شده است.

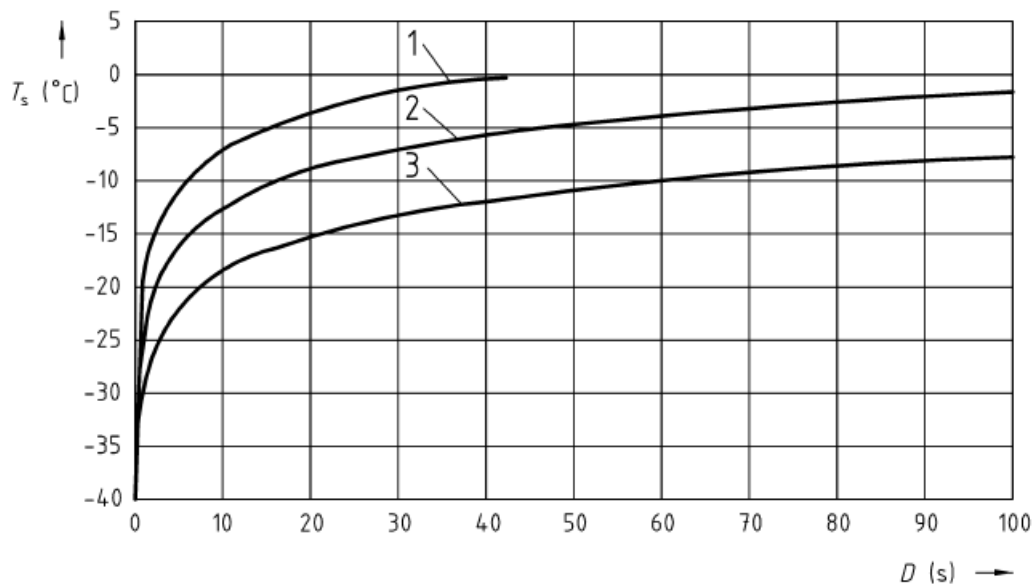
۲-۵ لمس با انگشت

۱-۲-۵ کلیات

آستانه‌های لمس با پوست انگشت در بند ۲-۲-۵ (شکل‌های ۲ تا ۴) مشخص شده است.

۵-۲-۲ آستانه‌های انگشت تماس یافته با سطوح سرد

ارقام آستانه انجماد (یخ‌زدگی) تماس انگشتان با سه سطح سرد (آلومینیوم، فولاد و سنگ) در شکل ۲ به تصویر کشیده است.



راهنما:

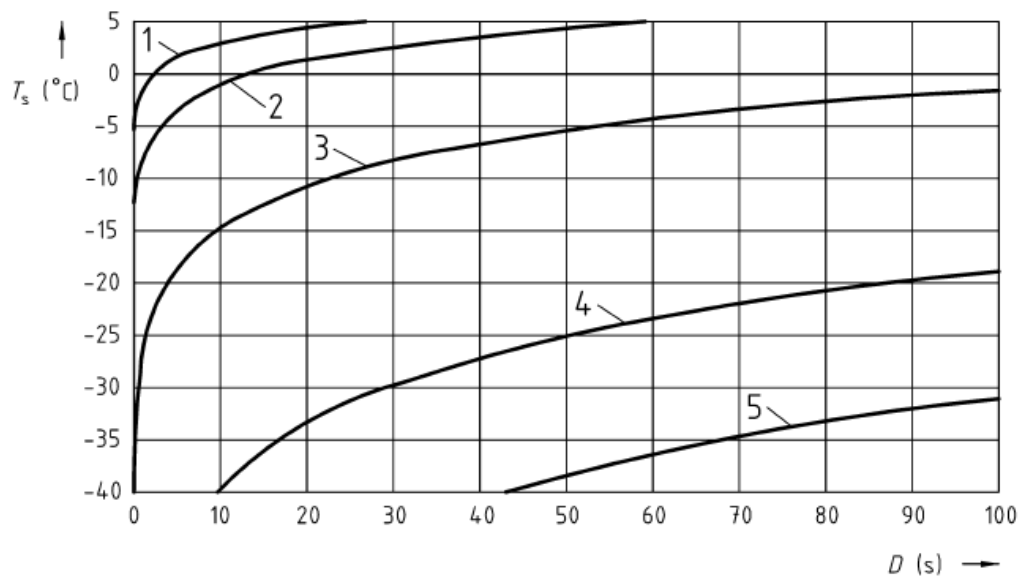
1 آلومینیوم

2 فولاد

3 سنگ

شکل ۲- آستانه یخ‌زدگی به عنوان تابعی از بازه تماس (لمس با انگشتان)

آستانه‌های کرخی برای تماس انگشتان با پنج ماده در شکل ۳ به تصویر کشیده شده است.

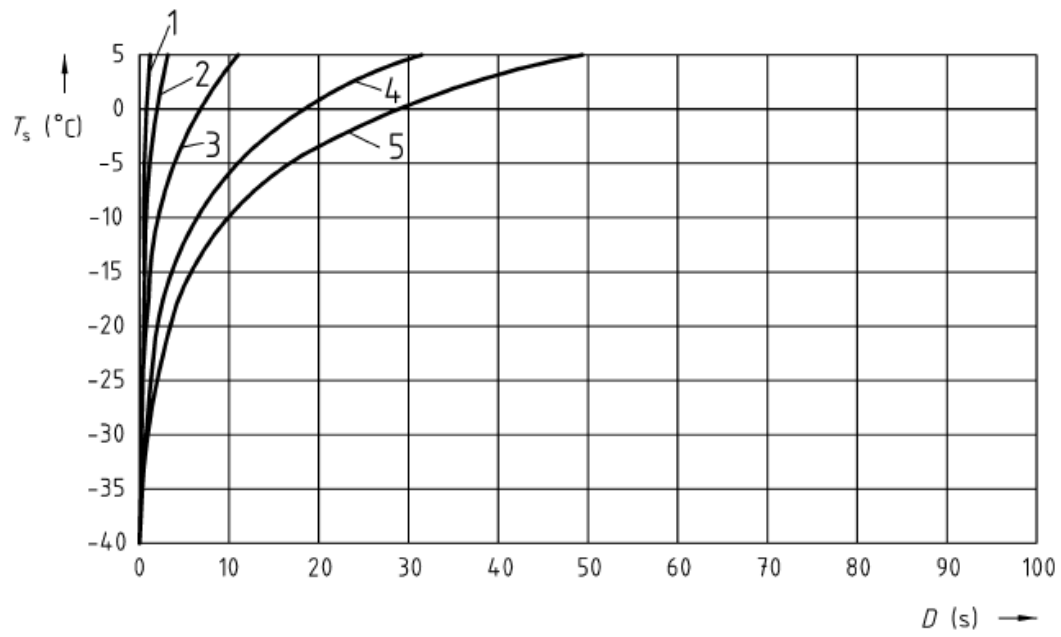


راهنما:

- 1 آلومینیوم
- 2 فولاد
- 3 سنگ
- 4 نایلون
- 5 چوب

شکل ۳- آستانه کرختی به عنوان تابعی از دوره تماس (تماس انگشت)

آستانه‌های درد برای تماس انگشتان با چند ماده مختلف در شکل ۴ به تصویر کشیده شده است.



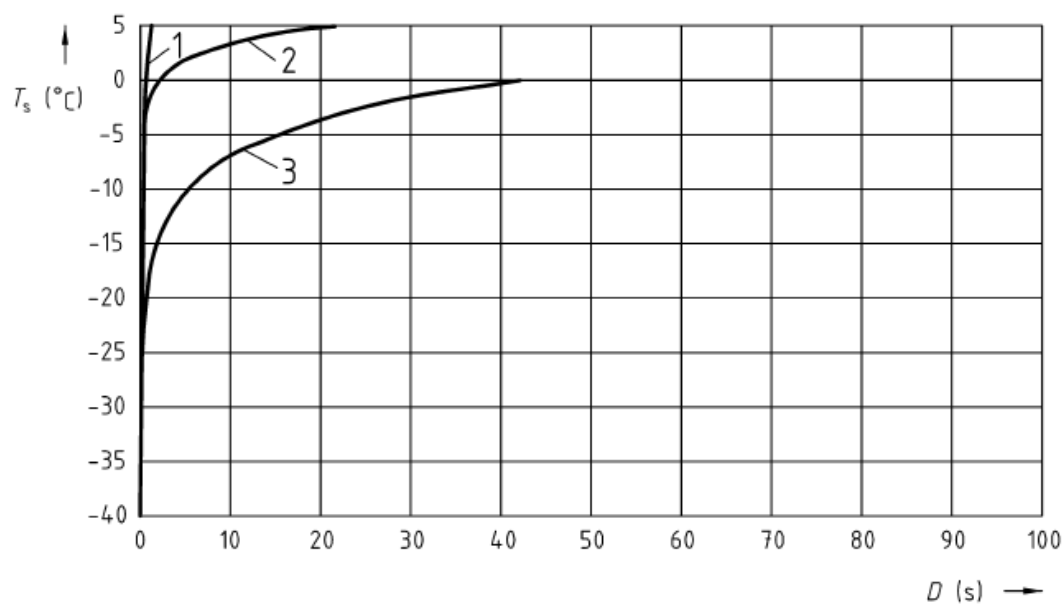
راهنما:

- 1 آلومینیوم
- 2 فولاد
- 3 سنگ
- 4 نایلون
- 5 چوب

شکل ۴- آستانه درد به عنوان تابعی از دوره تماس (تماس انگشت)

۳-۲-۵ آستانه‌ها برای مواد مختلف

شکل‌های ۵ تا ۶ آستانه‌های سه معیاری برای تماس با فلزات (آلومینیوم و فولاد) را نشان می‌دهد.



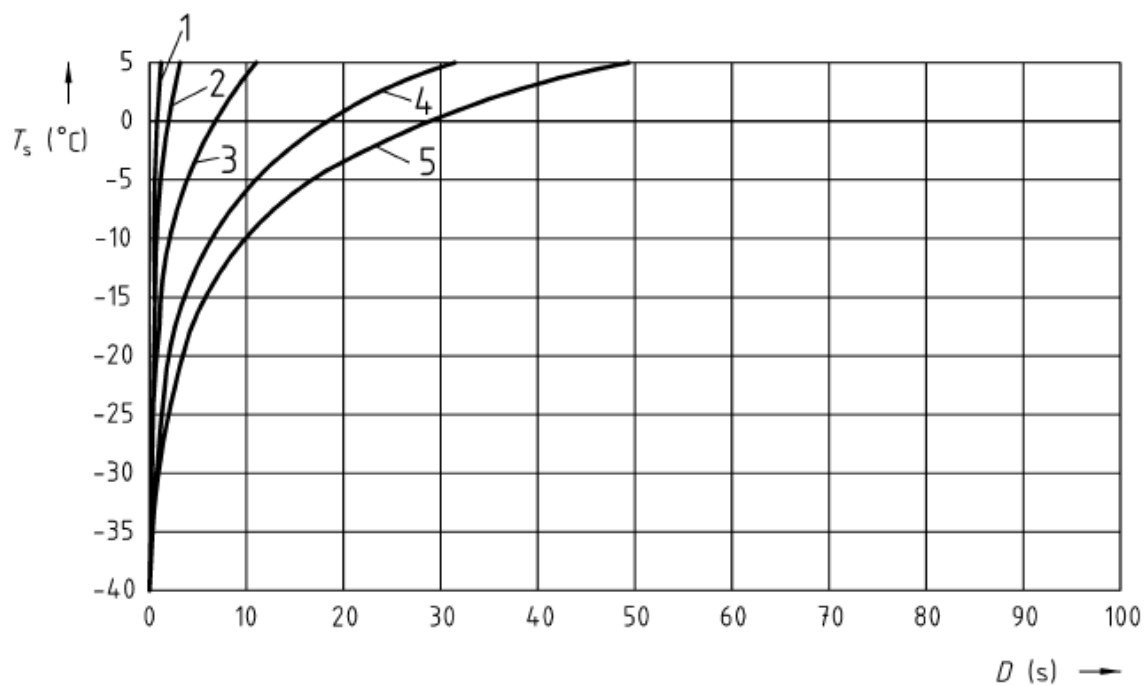
راهنما:

1 درد

2 کرختی

3 یخ‌زدگی

شکل ۵- منحنی‌های آستانه برای تماس با سطح آلومینیوم (لمس با انگشتان)



راهنما:

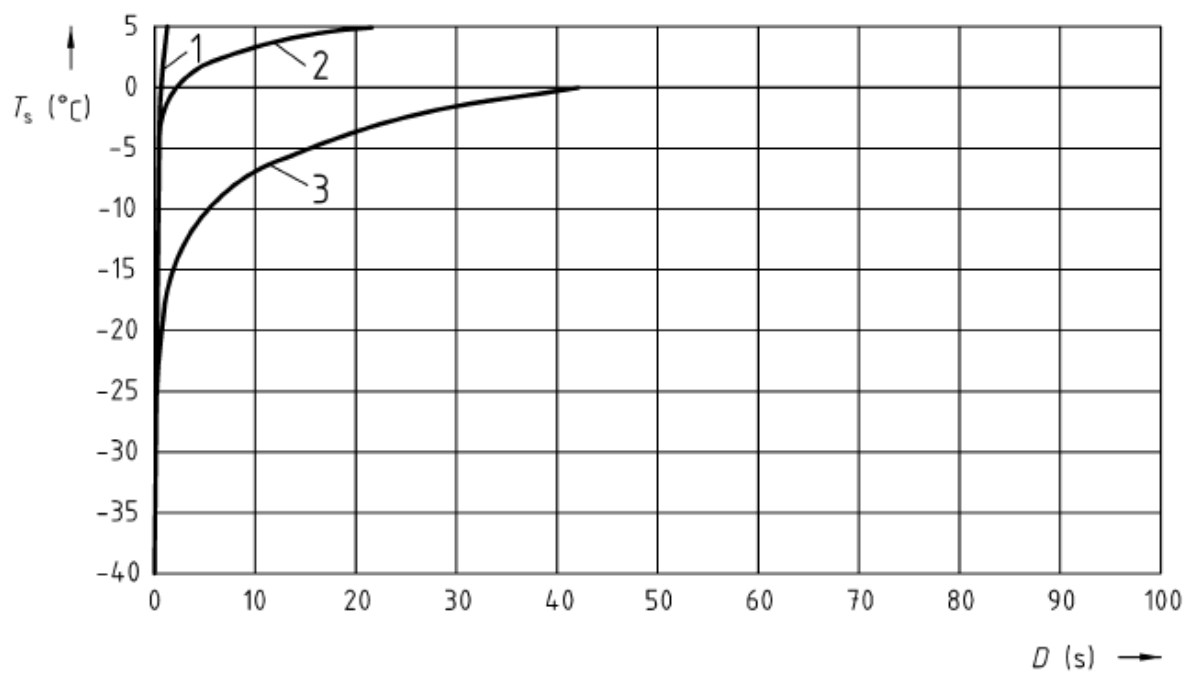
1 درد

2 کرختی

3 بیخزدگی

شکل ۶- منحنی‌های آستانه برای تماس با سطح فولاد (لمس با انگشتان)

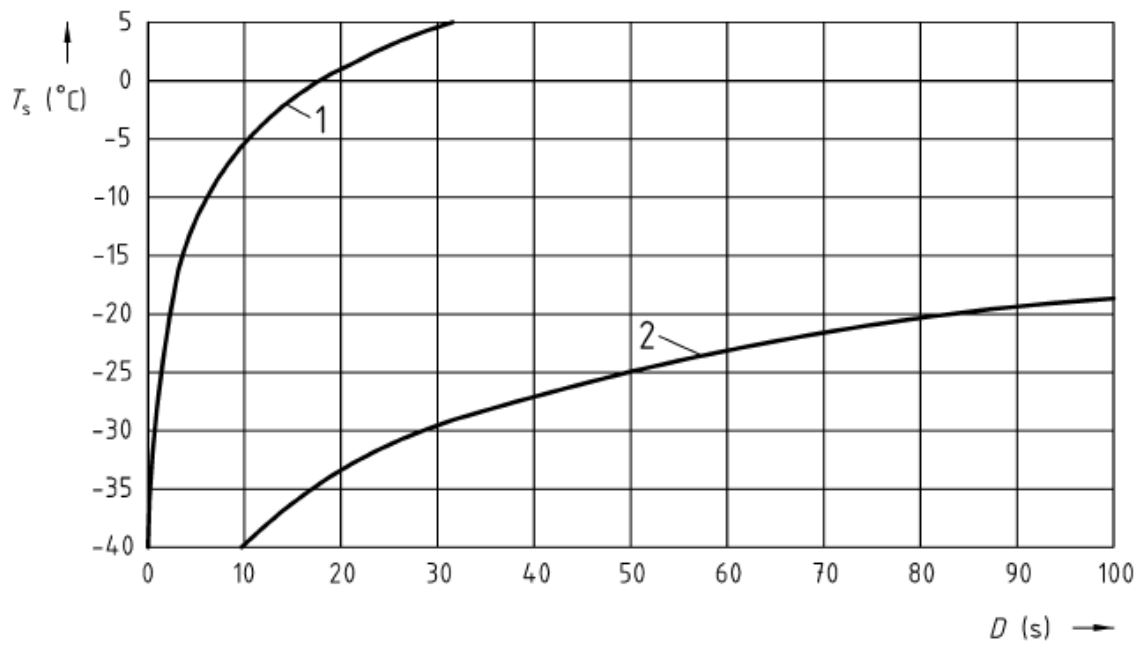
آستانه‌های خنک‌کنندگی برای تماس با سنگ، در شکل ۷ به تصویر کشیده شده است. برای پیش‌بینی داده‌ها، از مدل پایگاه‌داده‌ای لمس با انگشتان استفاده شده است.



راهنما:
 1 درد
 2 کرختی
 3 بیخزدگی

شکل ۷- منحنی‌های آستانه برای تماس با سطح سنگ (لمس با انگشتان)

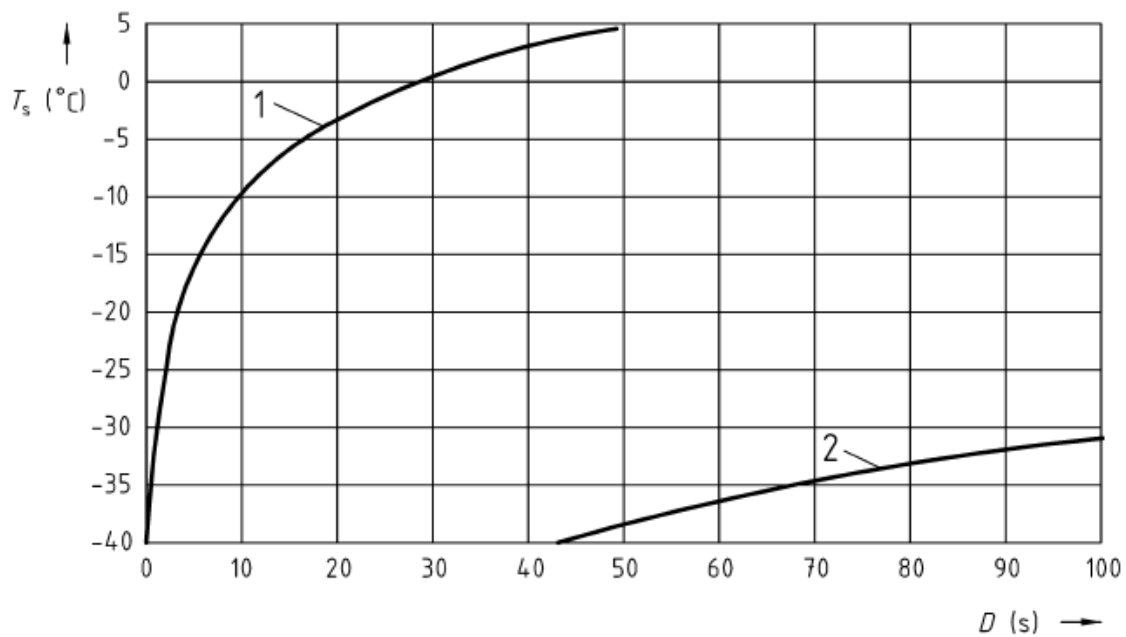
آستانه‌های درد و کرختی در مورد تماس با نایلون یا چوب در شکل‌های ۸ تا ۹ نشان داده شده است. داده‌ها وقوع انجماد را برای حالت لمس نایلون یا چوب با انگشتان را نشان نمی‌دهند.



راهنما:

- 1 درد
- 2 کرختی

شکل ۸- منحنی‌های آستانه برای تماس با سطح نایلونی (لمس با انگشتان)



راهنما:

- 1 درد
- 2 کرختی

شکل ۹- منحنی‌های آستانه برای تماس با سطح چوبی (لمس با انگشتان)

۳-۵ گرفتن با دست

آستانه‌های درد برای گرفتن مواد مختلف با دست در شکل ۱۰ نشان داده شده است. مقادیر حد مبتنی بر درک از درد گزارش شده، توسط افراد به طور واقعی است.

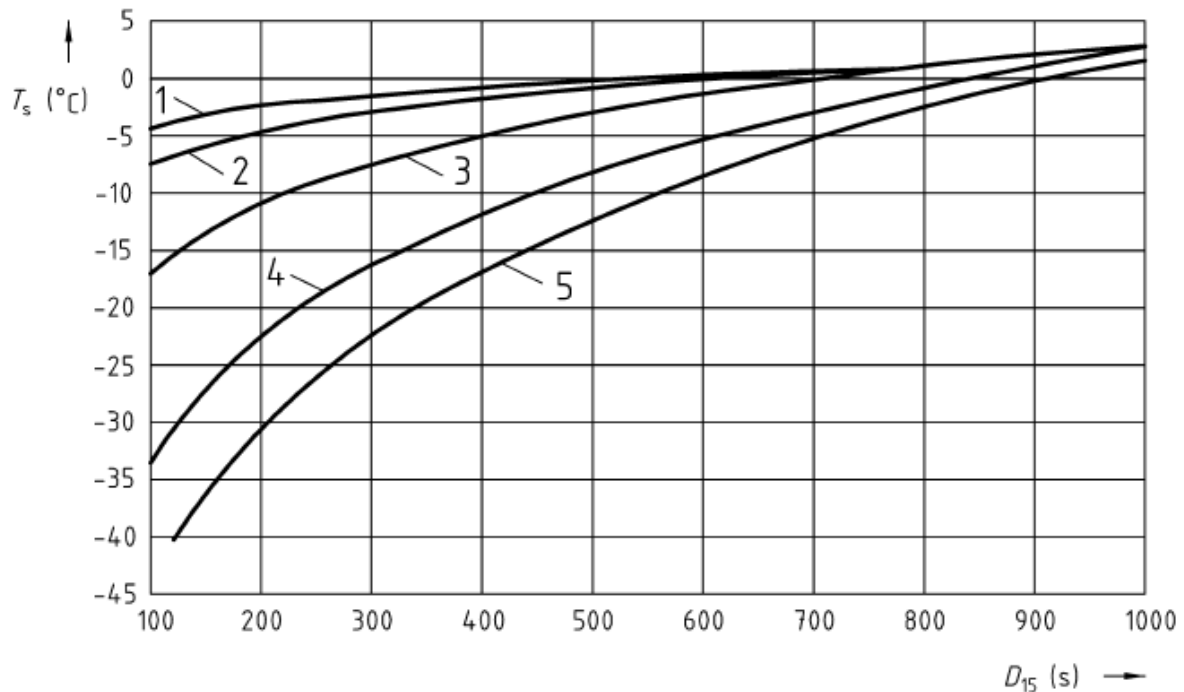
تفاوت بین منحنی‌های لمس و گرفتن ناشی از انواع مختلف تماس، قابل مشاهده است. آستانه‌های درد هنگام گرفتن ماده می‌تواند کمتر از لمس باشد (به پیوست الف مراجعه کنید). دلایل اصلی عبارتند از:
الف- آزادی عمل برای تنظیم‌های کوچک در مورد "گرفتن با دست" کنترل بهتر واکنش پاسخ بهتری را به دنبال دارد؛

ب- اندازه و جرم میله‌های گرفته شده کوچکتر از بلوک‌های لمس شده بودند؛

پ- سطح تماس در "گرفتن با دست" بزرگتر از لمس با انگشتان بود؛

ت- جریان خون هنگام "گرفتن با دست" در مقایسه با "لمس با انگشتان" انسداد کمتری داشت؛

ث- در دمای هوای خیلی پایین، افت حرارتی همرفتی یا تابشی، در بروز احساس درد نقش دارد.



راهنما:

1 آلومینیوم

2 فولاد

3 سنگ

4 نایلون

5 چوب

D_{15} زمان رسیدن دمای تماس (در پوست دست) تا ۱۵ درجه سلسیوس

شکل ۱۰- آستانه‌های درد به عنوان تابعی از بازه گرفتن برای پنج ماده

۶ ارزیابی ریسک

۱-۶ کلیات

به دلیل تغییرات گسترده در افراد، سطوح ریسک برای پاسخ‌های صدک ۲۵ (به استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۸۴۴ مراجعه کنید) محاسبه می‌شود. بهتر است مقادیر آستانه برای سه چهارم جمعیت مواجهه‌یافته، "امن" تفسیر شود. برای یک چهارم باقیمانده ممکن است ریسک جزئی اثر نامطلوب خنک‌سازی هنوز وجود داشته باشد. در گروه باقیمانده افرادی با حساسیت افزایش‌یافته به خنک‌سازی وجود دارد (به پیوست ب مراجعه کنید).

بهتر است منحنی‌ها و تفسیر ریسک پیشنهادی فقط به عنوان راهنما برای ارزیابی و انتخاب مقادیر حد یا اقدامات اضافی برای کاهش ریسک، عمل کند.

۲-۶ دمای سطح بالاتر از آستانه‌ها

اگر دمای اندازه‌گیری شده سطح بالاتر از آستانه‌ها برای بازه تماس معین (تا ۱۰ درجه سلسیوس) باشد، هیچ ریسکی برای بروز اثرات تعریف‌شده وجود ندارد.

۳-۶ دمای سطح پایین‌تر از آستانه‌ها یا برابر با آن‌ها

اگر دمای اندازه‌گیری شده سطح زیر آستانه‌ها یا برابر با آن‌ها برای بازه تماس معین باشد، ریسک بروز درد، کرختی یا یخ‌زدگی برای پوست وجود دارد.

۴-۶ پارامترهای دیگر ریسک

ریسک در مواقع زیر بیشتر می‌شود:

الف- هنگامی که دمای اندازه‌گیری شده سطح، بسیار پایین‌تر از آستانه خنک‌سازی باشد؛

ب- بازه تماس طولانی‌تر از آستانه خنک‌سازی فراتر می‌شود؛

پ- احتمال کمی برای خروج سریع وجود دارد؛

ت- دسترس پذیری سطح سرد بیشتر است؛

ث- احتمال بیشتری برای لمس ناخواسته وجود دارد؛

ج- احتمال تکرار تماس وجود دارد؛

چ- دانش قبلی کمتری درباره مواد مورد تماس وجود دارد؛

در صورت شناسایی ریسک، اقدامات لازم برای به حداقل رساندن آن باید انجام شود.

یادآوری- علاوه بر این، مقررات ملی ممکن است استفاده از اقدامات حفاظتی را الزام کند. اقدامات خاص به زمینه عملیاتی بستگی دارد. نمونه‌هایی از اقدامات حفاظتی در پیوست اطلاعاتی ت ذکر شده است.

۷ اصول تعیین مقادیر حد

۱-۷ اطلاعات ارائه‌شده در این استاندارد می‌تواند به ایجاد موارد زیر کمک کند:

الف- مقادیر حد دمای سطح؛

ب- بازه‌های تماس برای استفاده در استانداردهای محصول یا مقاصد دیگر؛

پ- بازه‌های تماس و اقدامات برای به حداقل رساندن ریسک برای استفاده.

۲-۷ روش اجرایی برای تعیین مقادیر حد دمای سطح نیاز به اطلاعاتی در خصوص موارد زیر دارد:

الف- مواد مورد استفاده؛

ب- نوع تماس (لمس کردن یا گرفتن)؛

پ- بازه‌های تماس.

ت- نوع اثر (یخ‌زدگی، کرختی یا درد).

۳-۷ روش اجرایی برای تعیین مقادیر حد بازه تماس مستلزم اطلاعاتی درباره موارد زیر است:

الف- مواد مورد استفاده؛

ب- دماهای سطح؛

پ- نوع تماس (لمس کردن یا گرفتن).

در شکل‌های ۲ تا ۱۰ روابط بین نوع ماده، دما و بازه تماس برای اثرات معین ارائه شده است. مقدار حد را

می‌توان از رقم متناظر بر اساس اثر و مواد انتخاب کرد.

یادآوری- در پیوست اطلاعاتی ت چند مثال در این خصوص ذکر شده است.

۸ اصولی برای اقدامات کاهش ریسک

برای به حداقل رساندن ریسک تماس با سطح سرد، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

الف- ارزیابی ریسک با توجه به بند ۶؛

ب- نوع عملیات مورد نیاز هنگام تماس (به ندرت، اغلب و یا به طور متناوب)؛

پ- امکان تیمار^۱ سطح منطقه تماس (به عنوان مثال رنگ زدن، استفاده از پوشش‌های پلاستیکی)؛

ت- امکان حفاظت از منطقه‌ای که می‌تواند ناخواسته لمس شود.

ث- به دلیل ریسک قریب الوقوع انجماد و توسعه یخ‌زدگی، مایعات در دمای زیر صفر درجه سلسیوس نباید

در تماس با پوست قرار گیرند. به طور مشابه کربن دی اکسید جامد ریسک ابتلا به یخ‌زدگی را افزایش

می‌دهد.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

زمینه علمی

الف-۱ کلیات

مقادیر آستانه خنک‌کنندگی تماس مشخص شده در بند ۵ مبتنی بر تحقیقات علمی انجام شده توسط گروه تحقیقاتی سطوح سرد می‌باشد. در مرحله اول، با توجه به معیارهای اعمال شده، دماهای تماس ایمن برای مواد معین تحت شرایط مواجهه سرمایی بررسی شده است. در مرحله دوم، مدت تماس ایمن برای تلفیق‌های معینی از نوع ماده و دمای سطح آن‌ها تعیین شد. نتایج در یک پایگاه داده که می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای توسعه پایگاه‌های داده‌ای ارگونومی در این استاندارد، عمل کند، گردآوری شد. جزئیات مربوط به پایگاه داده‌ها در زیر آمده است:

الف-۲ پایگاه داده‌ها

الف-۲-۱ کلیات

پایگاه داده‌ها، که شامل داده‌های تجربی از لمس با انگشت و گرفتن با دست سطوح سرد با افراد است، مبتنی بر داده‌های تجمعی به دست آمده از آزمایش‌های اجرا شده توسط پنج آزمایشگاه در پروژه است. در پنج آزمایشگاه از متدولوژی متداول استفاده شد. آزمایش‌ها بر روی مواد مختلف (چوب، نایلون، سنگ، فولاد و آلومینیوم) در دمای سطح -40 درجه سلسیوس تا $+5$ درجه سلسیوس انجام شد.

هر منحنی منحصر به فرد از دمای تماس سطح پوست انگشت در مقابل زمان تماس در سرما برای همه افراد ترسیم شد. زمان تماس از دمای تماس بحرانی (15 درجه سلسیوس، هفت درجه سلسیوس و صفر درجه سلسیوس) برای هر یک از منحنی‌های خنک‌کنندگی از روش درون‌یابی یا برون‌یابی به دست آمد. دو پایگاه داده برای آزمایش‌های لمس کردن و گرفتن با توجه به نتایج تجربی ایجاد شد. هر دو شامل اطلاعات ضروری مشروح زیر از هر آزمون بودند:

الف-۲-۱-۱ مشخصات افراد: سن، وزن، قد، سطح دست، حجم دست و سطح تماس.

الف-۲-۱-۲ تنظیمات آزمایش: دمای سطح ماده، مواجهه دست با یک جعبه سرد یا کل بدن در یک اتاقک آب و هوایی سرد.

الف-۲-۱-۳ پارامترهایی از قبیل طول دوره استراحت در اتاقک، دمای پوست پیش از تماس، دما، درد و احساس کرختی قبل از هر آزمون تعیین شد.

الف-۲-۱-۴ پارامترهایی از قبیل معیارهای مورد استفاده برای توقف آزمون (ریسک یخ‌زدگی، درد و یا محدودیت زمانی)، طول مدت آزمون، دمای پوست، دما، درد و احساس کرختی، احساس بعد از هر آزمون تعیین شد.

الف-۲-۱-۵ پارامترهایی مانند زمان، دما، درد و احساس کرختی طی هر آزمون ثبت شد.

الف-۲-۱-۶ تغییرات دمای پوست با زمان بررسی شد.

الف-۲-۱-۷ مشخصات ماده از قبیل هدایت گرمایی، گرمای ویژه، تراکم و عامل تماس، تعیین شد. علاوه بر این، زمان تماس برای رسیدن به دمای بحرانی تنوع زیادی در میان افراد داشت. تغییرات فردی هنگام تعیین دمای تماس برای دمای بحرانی در نظر گرفته می‌شد. به منظور جلوگیری از نگرانی در افراد و حفظ دست یا انگشت از سطوح قابل لمس سرد زمان تماس، برای تعیین T_c بحرانی از نتایج آماری از چارک پایین‌تر استفاده شد. علاوه بر این، نمودارها برای خطوط آستانه تنها بین ۴۰- درجه سلسیوس و ۵+ درجه سلسیوس بود، زیرا در گستره شرایط آزمون قرار داشت. برون‌یابی ریاضی فراتر از این دماها صحت‌گذاری نشدند.

الف-۲-۲ پایگاه داده برای لمس کردن

تعداد آزمایش‌های لمس کردن به ۱۶۵۷ مورد برای ۲۴ شرایط مواجهه بالغ می‌شد. نتایج نشان داد که برای بیشتر آزمایش‌ها با چوب و نایلون، بازه محدود ۱۲۰ ثانیه قابل تحقق بود. برای فولاد و آلومینیوم، این حدود زمانی نیز می‌تواند در دماهای سطح معینی حاصل شود. ۱۲۰ ثانیه به عنوان طولانی‌ترین زمان انتخاب شد که برای آن تماس فیزیکی افراد با سطح سرد حفظ می‌شد. در بیشتر مواقع عملی، افراد احتمالاً قبل از مدت تماس را رها می‌کردند.

از تغییر دمای تماس با زمان، زمان برای رسیدن به دمای ۱۵ درجه سلسیوس (آستانه درد t (۱۵ درجه سلسیوس) درون‌یابی یا برآورد شد. زمان‌ها برای رسیدن به ۷ درجه سلسیوس (آستانه کرختی) و صفر درجه سلسیوس (آستانه انجماد t) نیز برون‌یابی شدند.

الف-۲-۳ پایگاه داده برای گرفتن با دست

پایگاه داده برای گرفتن با دست شامل ۵۸۴ آزمون برای ۲۱ شرایط مواجهه بود. ماده پنجم (سنگ) نیز در مطالعات علاوه بر چوب، نایلون، فولاد و آلومینیوم دخالت داده شد. آزمایش دست‌ها در هوای سرد (مواجهه با سرما اما بدون گرفتن) برای به دست آوردن مقادیر مرجع انجام شد. درون‌یابی و برون‌یابی بازه دماهای مختلف فقط برای ۱۵ درجه سلسیوس ممکن بود. برای بسیاری از موارد، دماهای تماس در پایان آزمون‌ها بالاتر از ۱۵ درجه سلسیوس (۵٫۲ درجه سلسیوس $\pm ۱۵٫۹$ درجه سلسیوس) بود.

الف-۳ مدل تجربی

برای پیش‌بینی تجربی بازه به عنوان تابعی از دمای سطح (T_s) و عامل تماس (F_c) ماده برای حدود مختلف دمای تماس بحرانی از آنالیز رگرسیون غیرخطی استفاده شد. مدل غیرخطی به دست آمده به صورت زیر است:

$$Time = (A/Fc^B) \cdot \exp(C \cdot Fc^D \cdot Ts)$$

که در آن A ، B ، C و D ثابت بودند، و با روش تکرارشونده غیررگرسیون می‌شد برآورد کرد. مدل مذکور، معادلات خاصی را برای هر یک از مواد و اثرات فراهم می‌کند. در برخی موارد معادله ساده شده بود چون یک یا چند ضریب نقش معناداری در پیش‌بینی نداشتند. مقادیر برای ثابت‌ها در معادله برای تلفیق‌هایی از مواد و دماهای تماس به دست آمد. هر مدل پیش‌بینی با محدودیت‌های زیر به کار رفت:

- پیش‌بینی‌هایی برای آزمایش لمس کردن به ۱۰۰ ثانیه محدود شد؛

- معادلات جداگانه برای سه دمای تماس مختلف مورد استفاده قرار گرفت.

- هیچ پیش‌بینی معتبری برای چوب و نایلون در دمای صفر درجه سلسیوس انجام نشد.

این برون‌یابی‌ها برای همه مواد نتایج قابل قبولی به دست می‌دهد. مقادیر پیش‌بینی‌شده کمتر از مقادیر مشاهده‌شده بود که درجه خاصی از ایمنی را نشان می‌دهد. با این حال، در موارد لمس چوب و نایلون با انگشتان، مقادیر برون‌یابی‌شده برای t (صفر درجه سلسیوس) بسیار پایین‌تر از مقادیر t برای هفت درجه سلسیوس بود. عبارت پیش‌بینی t (صفر درجه سلسیوس) نمی‌تواند برای مواد غیر فلزی استفاده شود.

در اکثر موارد در آزمایش‌های "گرفتن با دست"، افراد خود به خود قبل از ۲۰ دقیقه، با توجه به تجربه درد، آزمون را قطع می‌کردند. به همین دلیل معادله رگرسیون اضافی برای دمای سطح و بازه خود به خودی مواجهه ارائه شد. همه نقاط داده‌ها برای استخراج این مدل برای بازه "گرفتن" مورد استفاده قرار گرفت. رگرسیون به خوبی با مدل پیش‌بینی دما مرتبط بود و پس از آن برای استخراج مقادیر حد دما (شکل ۱۰) مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش‌های "گرفتن" برای زمان‌های مواجهه طولانی‌تر به طول انجامید، بنابراین داده‌ها را برای مواجهه بین ۱۰۰ ثانیه و ۱۰۰۰ ثانیه ارائه شده است.

پیوست ب
(اطلاعاتی)
توسعه کاربرد

ب-۱ جمعیت گسترده‌تر

باید دانست که زمان واکنش به سرما در بین جمعیت گسترده‌تر، متفاوت است (به عنوان مثال کودکان، سالمندان و افراد معلول). با توجه به خواص پوست دست، افراد مسن معمولاً زمان واکنش طولانی‌تر در مقایسه با جوان‌ترها دارند. برای آگاهی از خواص حرارتی مواد به پیوست پ مراجعه کنید.

ب-۲ مواد دیگر

برای موادی که در شکل‌های این استاندارد مشخص نشده است، مقادیر آستانه می‌تواند در برخی موارد از مقادیر بند ۵ برون‌یابی شود. برای آگاهی از خواص حرارتی مواد به پیوست پ مراجعه کنید.

ب-۳ پوشش و بافت سطوح

آستانه‌های ارائه‌شده در شکل‌های ۲ تا ۴ برای سطوح نرم فاقد پوشش معتبر است. بافت سطح بر ماهیت تماس تاثیرگذار است. برای سطوح پوشش داده‌شده یا زبر، مقادیر پایین‌تر از موارد ارائه‌شده شده ممکن است اعمال شود. از این رو، آستانه‌های ارائه‌شده، حفاظت در مورد تماس با فلزات پوشش داده شده یا زبر را فراهم می‌سازد.

یادآوری- در حال حاضر هیچ مقداری درباره اثر پوشش‌دهی و بافت سطوح موجود، در دسترس نیست.

ب-۴ مایعات و مواد دیگر

مایعات زیر صفر درجه سلسیوس ممکن است ریسک حاد یخ‌زدگی را هنگام ریزش روی پوست به دنبال داشته باشند. نمونه‌هایی از این مایعات بنزین، اتر نفت و نیتروژن است. به طور مشابه کربن دی‌اکسید جامد ریسک یخ‌زدگی را افزایش می‌دهد.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

خواص حرارتی مواد انتخاب شده

در جدول پ ۱ خواص حرارتی مواد انتخاب شده نشان داده شده است. خواص حرارتی و اطلاعات اضافی درباره مواد در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۵۰ ذکر شده است.

جدول پ ۱- خواص حرارتی مواد انتخاب شده

عامل تماس F_c $10^3 \text{J/s}^{0.5} \text{m}^2 \text{K}$	اینرسی حرارتی $10^6 \text{J}^2/\text{sm}^4 \text{K}^2$	چگالی ρ $10^3 \text{kg}/\text{m}^3$	ظرفیت حرارتی ویژه c $10^3 \text{J}/\text{kg K}$	هدایت حرارتی K^a W/mK	مواد
۱,۵۱	۲,۲۸	۰,۹۰	۴,۶۱	۰,۵۵	پوست انسان
۲۱,۲	۴۴۹	۲,۷۷	۰,۹۰	۱۸۰	آلومینیوم ^b
۱۶,۹	۲۸۷	۸,۹۰	۰,۳۸	۸۵,۵	برنز
۷,۲۷	۵۲,۹	۷,۷۵	۰,۴۶	۱۴,۸	فولاد ^b
۲,۳۵	۵,۵۲	۲,۴۷	۰,۹۲	۲,۴۳	سیمان
۲,۳۴	۵,۴۷	۲,۷۰	۰,۸۸	۲,۳۰	مرمر
۲,۰۸	۴,۳۵	۲,۸۰	۰,۷۵	۲,۰۷	سنگ ^b
۱,۲۴	۱,۵۳	۲,۶۰	۰,۶۷	۰,۸۸	شیشه ^b
۰,۹۵	۰,۹۰	۱,۷۰	۰,۸۴	۰,۶۳	آجر
۰,۷۸	۰,۶۱	۱,۲۰	۰,۴۸	۰,۳۴	نایلون ^b
۰,۵۲	۰,۲۷	۰,۵۶	۲,۲۰	۰,۲۲	چوب ^b

^a برای آگاهی از نمادها و اصطلاحات به بند ۳ مراجعه کنید.

^b این مواد در مطالعات تجربی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و خواص آن‌ها اندازه‌گیری شده است.

^c شیشه معمولی.

یادآوری- تغییرات جزئی در خواص ماده محتمل است. برای کاربردهای دقیق‌تر، بهتر است مواد واقعی با خواص اندازه‌گیری شده، به کار رود.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از ارزیابی ریسک سرد

ت-۱ مشکل

در شرایط مختلف سرمایی برای انجام دقیق کارهای دستی، معمولاً کار با دست بدون محافظ انجام می‌شود. این کار اغلب با استفاده از ماشین‌آلات و ابزار، یا تعمیر یا کار مونتاژ همراه است. مواجهه درون ساختمانی با سرما در امر ذخیره‌سازی و توزیع مواد غذایی سرد یا منجمد (به عنوان مثال صنایع فرآوری مواد غذایی) متداول است. افراد ممکن است به طور عمدی یا ناخواسته با سطح سرد تماس یابند و از خنک‌شدن موضعی رنج برند. دو نوع مواجهه (تماس) قابل شناسایی است:

ت-۱-۱ لمس یک سطح سرد با نوک انگشتان برای مدت کوتاه، معمولاً برای چند ثانیه.

ت-۱-۲ گرفتن مواد سرد با دست، معمولاً از چند ثانیه تا چند دقیقه و اغلب به طور متناوب.

تماس با سطح سرد اغلب عمدی است اما می‌تواند ناخواسته هم باشد (به طور تصادفی). در حالت دوم تماس اغلب کوتاه (چند ثانیه) است و به طور معمول با عمل رفتاری قطع می‌شود. زمان پاسخ آگاهانه، با این حال، طولانی‌تر است تا زمان پاسخ تماس غیر عمدی. بر این اساس، حاشیه ایمنی اضافی بهتر است به چنین تماس‌هایی اضافه شود. این توصیه، به خصوص برای تماس با فلزات به کار می‌رود.

ت-۲ روش اجرایی

ت-۲-۱ کلیات

در روش اجرایی ارزیابی ریسک و تعیین مقدار حد دمایی، اطلاعاتی در مورد عوامل زیر مورد نیاز است:

ت-۲-۲ مواد

مواد مورد استفاده تعیین و خواص حرارتی آن‌ها شناسایی می‌شود. مثال‌ها در جدول پ ۱ ارائه شده است. برای موادی که در جدول نیست، می‌توان با انتخاب مشابه‌ترین مواد یا برون‌یابی بین مواد، خواص را تخمین زد.

ت-۲-۳ دما

دما سطح ماده بر اساس شرایط مواجهه، اندازه‌گیری یا برآورد می‌شود. این احتمال وجود دارد که تجهیزات ذخیره شود و در یک محیط سرد با همان درجه حرارت محیط به کار رود.

ت-۲-۴ نوع تماس

شرایط تماس (لمس کردن یا گرفتن) تعیین می‌شود.

ت-۲-۵ زمان تماس

زمان تماس بر اساس مشاهدات یا سایر اطلاعات مربوط اندازه‌گیری یا برآورد می‌شود. مثال‌هایی از زمان‌های تماس در جدول ۱ داده شده است.

ت-۲-۶ معیار برای ارزیابی

معیار ارزیابی قابل اعمال (بیخ‌زدگی، کرختی یا درد) انتخاب می‌شود.

ت-۲-۷ تعیین حد دما یا حد زمان

در شکل‌های ۱ تا ۱۰، روابط بین نوع ماده، دما و زمان تماس برای اثر معین ارائه شده است. با توجه به مقادیر مشخص شده در بالا مقدار حد از رقم مشابه بر اساس معیارها، مواد و زمان انتخاب شود.

جدول ت-۱- مثال‌هایی از بازه تماس

مثال‌هایی از بازه تماس		بازه تماس تا
غیر عمدی	عمدی	
لمس کردن سطح سرد و خارج کردن سریع به دنبال احساس درد	-	یک ثانیه
لمس کردن سطح سرد برای زمان واکنش تمدید شده	فعال‌سازی سوئیچ، فشار دگمه یا خروج قطعه یدکی کوچک با نوک انگشتان	سه ثانیه
افتادن روی سطح سرد با بازیابی آرام	فعال‌سازی طولانی سوئیچ، تنظیم جزئی دسته، چرخ دستی یا دریچه یا دستکاری قطعات یدکی با انگشتان و دست‌ها	ده ثانیه
پس از حوادث لغزش و افتادن روی سطوح سرد، قربانی نتواند بلند شود	کار با چرخ دستی، دسته، دریچه یا پیچ و مهره با انگشتان یا دست‌ها	صد ثانیه
	استفاده از ابزار دستی، عناصر کنترل، دسته‌ها با گرفتن توسط دست	بسیست دقیقه یا طولانی‌تر

ت-۳ مثال‌ها

مثال ۱: کانتینر سرد ظرف

چرخ دستی‌هایی با کانتینر ساخته‌شده از فولاد ضد زنگ در صنایع غذایی برای حمل و نقل محصولات یخ‌زده از سردخانه در دمای ۲۵- درجه سلسیوس به یک سالن فرآوری در دمای ۵+ درجه سلسیوس مورد استفاده قرار می‌گیرند. دمای کانتینر ممکن است در حول و حوش ۲۵- درجه سلسیوس در شرایط استفاده خاص باشد. برای حفاظت از دست بدون محافظ از آسیب سرما (یخ‌زدگی) هنگام تماس کوتاه (≥ 20 ثانیه) با چرخ‌دستی (کشیدن یا هل دادن)، مقدار حد دمایی ۸- درجه سلسیوس نیاز است.

این امر به صورت زیر تفسیر می‌شود:

- نیاز به کنترل دمای سطح (غیر عملی)؛

- نیاز به پوشش عایق‌بندی مناطق لمس چرخ‌دستی؛

- نیاز برای استفاده از دستکش‌های حفاظتی (به استاندارد EN 511 مراجعه کنید)، هنگامی که چرخ‌دستی در سردخانه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مثال ۲: ابزار پنوماتیک

از ابزار پنوماتیک برای مدت ۵ دقیقه تا ۱۰ دقیقه استفاده می‌شود. انبساط هوا در سیستم پنوماتیک، دسته آن را خنک می‌کند. همچنین در آب و هوای معمولی اطاق، دمای دسته ممکن است به صفر درجه سلسیوس برسد. احساس درد ممکن است ظرف چند ثانیه از آوردن (> 10 ثانیه برای آلومینیوم و حدود ۶۰ ثانیه برای فولاد ضد زنگ) با تجربه شود.

برای اهداف حفاظتی، تجهیزات باید عایق‌بندی شود و/یا کاربر به استفاده از دستکش، توصیه شود.

مثال ۳: نگهداری و تعمیر در سرما

تعمیر و نگهداری از دکل‌های مخابراتی در فصل زمستان اجتناب ناپذیر است. دکل‌های مخابراتی از فولاد ساخته شده و ارتفاع آن‌ها به طور معمول ۵۰ متر تا ۳۵۰ متر است. هنگام نگهداری یا تعمیر در زمستان، درجه حرارت محیط در دکل‌ها کمتر از ۱۰- درجه سلسیوس است و بعضی اوقات به پایین‌تر از ۳۰- درجه سلسیوس نیز می‌رسد. ابزار برای تعمیر و نگهداری در دمای محیط، به سرعت سرد می‌شود. دو جنبه از ریسک تنش سرما مشاهده شده است:

الف- لمس عمدی یک جسم سرد: دست بدون محافظ تعمیرکار با برخی از اشیاء سرد زیر ۱۵- درجه سلسیوس هنگام انجام دستی کار دقیق تماس می‌یابد، به عنوان مثال، تعویض یک اتصال کوچک با پیچ مهره. این اتفاق ممکن است ریسک آسیب‌رسانی به پوست دست وارد سازد، به خصوص اگر اپراتور آن را نادیده گرفته باشد. برای محافظت دست از ریسک یخ‌زدگی، بازه تماس پنج ثانیه (لمس فولاد در ۱۵- درجه سلسیوس، به شکل ۶ در بند ۲-۳-۵ مراجعه کنید) تنظیماتی لازم است.

ب- تماس ناخواسته با سطوح سرد: پس از انتخاب یک شی کوچک با دست‌های بدون محافظ زیر ۱۵- درجه سلسیوس، اپراتور ناخواسته از ابزار دستی سرد (آچار) ساخته‌شده از فولاد بدون پوشیدن دستکش استفاده می‌کند. احساس درد ظرف نیم ثانیه رخ می‌دهد و احساس کرختی فوراً عارض می‌شود، که منجر به از دست دادن زیر ۱۵- درجه سلسیوس لمسی انگشت می‌شود. از دست رفتن عملکرد انگشت، بازده کار را کاهش می‌دهد و باعث ریسک احتمالی بروز تصادف می‌شود. برای جلوگیری از چنین تصادفی، مقدار حد دمایی ابزار برای لمس ناخواسته فولاد سرد کوتاه‌تر از سه ثانیه نیاز به تنظیم در بالاتر از دمای صفر درجه دارد (به شکل ۶ و جدول ۱ مراجعه کنید). در تفسیر این امر، اقدامات حفاظتی زیر باید انجام گیرد:

- عایق‌بندی ابزار (برای مثال استفاده از پوشش فیبر یا گرمایش الکتریکی جعبه ابزار)؛

- استفاده از آستانه‌های خنک‌کننده به عنوان علائم‌دهنده برای نشان دادن اپراتور.

- طراحی لباس ارگونومی محافظ (مثل پوشش جعبه ابزار، دستکش دو لایه).

مثال ۴: گوشت برش توسط دستگاه

خطرات سرد در صنایع فرآوری غذایی معمول است، که در آن رایج‌ترین دمای محصول و دمای محیط بین ۵- درجه سلسیوس و ۵ درجه سلسیوس می‌باشد. گزارش‌ها از خطرات سرما در دست‌ها و به ویژه انگشتان شایع‌تر است. برای محافظت از دست‌های بدون محافظ از این خطر، بازه تماس با گوشت سرد در دمای ۵- درجه سلسیوس باید محدود شود و کوتاه‌تر از ۲۰ دقیقه باشد (به شکل ۱۰ مراجعه کنید). تماس با سرما با دستگاه‌های ساخته‌شده از فولاد ضد زنگ نباید بیش از ۴۵ ثانیه برای پیشگیری از یخ‌زدگی، بیش از پنج ثانیه برای جلوگیری از کرختی و بیش از دو ثانیه برای پیشگیری از احساس درد باشد (به شکل ۶ مراجعه کنید).

این بدان معنی است که اقدامات حفاظتی باید به صورت زیر باشد:

- استفاده از دستکش‌های محافظ در برابر رطوبت و سرما.

- مستندسازی زمان توقف کار از طریق سازمان؛

- پوشش دسته دستگاه برش با مواد عایق بالاتر.

مثال ۵: مقدار حد در استاندارد محصول

تجهیزات پزشکی الکتریکی به احتمال زیاد در شرایط حرارتی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. به منظور جلوگیری از یخ‌زدگی اپراتور، اطلاعات زیر را برای استفاده در دماهای پایین توصیه می‌شود.

جدول ت ۲- تجهیزات فولاد زنگ‌نزن

پایین‌ترین دما برای لمس کردن درجه سلسیوس	زمان تماس ثانیه
-۲۰	< ۱
-۷	۱-۱۰
-۲	> ۱۰

پیوست ث

(اطلاعاتی)

اقدامات حفاظتی

با توجه به معیارهای داده شده در بند ۵، اقدامات زیر را می توان یا به تنهایی و یا تلفیقی انجام داد:

ث-۱ اقدامات فنی و مهندسی

- ث-۱-۱ عایق بندی جسم (پوشش با فیبر، چوب پنبه و چوب)؛
- ث-۱-۲ ساختار سطح (به عنوان مثال زبرسازی و استفاده از دنده ها)؛
- ث-۱-۳ (گرمایش به عنوان مثال الکتریکی) عایق بندی و/یا جعبه ابزار گرم.
- ث-۱-۴ گرم شدن محل کار، گیره ها و ابزار (به عنوان مثال دمنده های هوای گرم)؛
- ث-۱-۵ بهبود فرآیند عملیات.

ث-۲ اقدامات سازمانی

- ث-۲-۱ مستندسازی فنی، دستورالعمل ها و آموزش؛
- ث-۲-۲ برنامه ریزی کار با توجه به شرایط آب و هوایی؛
- ث-۲-۳ غربالگری سمپتوم های شخصی (لکه های سفید بر روی پوست، درد و کمر ختی)؛
- ث-۲-۴ علائم هشدار دهنده از اشیاء سرد (سیگنال های زنگ های تصویری و صوتی)؛
- ث-۲-۵ محافظ ها برای سطوح سرد قابل لمس (حصار و صفحه نمایش).

ث-۳ اقدامات حفاظتی شخصی

- ث-۳-۱ تجهیزات حفاظتی شخصی (لباس کافی و دستکش)؛
- ث-۳-۲ دستکش دو لایه؛
- ث-۳-۳ لباس کار طراحی شده به طور ارگونومیکی (جیب های ابزار به عنوان مثال در داخل لباس های بیرونی که می تواند ابزار را گرم نگه دارد و درآوردن یا گذاشتن آن را آسان سازد).

پیوست ج

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۸۴۴، مراکز کنترل طراحی ارگونومیک- قسمت چهارم: نقشه و ابعاد ایستگاه‌های کاری (کارگاه‌ها)
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۱۵۰، ارگونومی محیط‌های حرارتی - روش‌های ارزیابی پاسخ‌های افراد به تماس با سطوح - قسمت اول - سطوح داغ
- [3] EN 511:1994, Protective gloves against cold.
- [4] EN 563:1994), Safety of machinery — Temperatures of touchable surfaces — Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces.
- [5] EN 13202:20002), Ergonomics of the thermal environment — Temperatures of touchable hot surfaces — Guidance for establishing surface temperature limit values in production standards with the aid of EN 563.
- [6] 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
- [7] Holmér, I., Geng, Q. and the Cold Surfaces Research Group. Temperature limit values for cold touchable surfaces. Arbete och Hälsa 2003:7, National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden, 2003 (Final report to EC)
- [8] Geng Q., Karlsson E., Kuklane K. and Holmér I. (1999) Change in the Skin-surface Interface Temperature of Finger Touching on Cold Surfaces. Proceedings of 10th Year Anniversary Ergonomics Conference, Luleå, Sweden. 124-129
- [9] Geng Q., Holmér I. and Cold Surfaces Research Group (2000) Finger Contact Cooling on Cold Surfaces: effect of pressure. Proceedings of 9th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-University Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, 181-184
- [10] 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)
- [11] 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-University Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, pp 197-200
- [12] 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-University Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, 201-204
- [13] Jay O., Havenith G. and Cold Surface Research Group (2000) The Effects of Gender on Temperature Limit Values for Cold Touchable Surfaces. Proceedings of 9th ICEE Ruhr 2000, Ruhr-University Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, 185-188
- [14] 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-University Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, 193-196
- [15] 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-University Bochum, Germany July 30 – August 4, 2000, pp 205-208
- [16] 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-University Bochum, Germany, July 30 – August 4, 2000, pp 189-191

2) EN 13202:2000 and EN 563:1994 will be merged and published as EN ISO 13732-1:2006

[17] EN ISO 7726:2001, Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities (ISO 7726:1998).

[18] EN ISO 12100-2, Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles (ISO 12100-2:2003)