



**ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**Безпечність машин**

**ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХОНЬ, ДОСТУПНИХ  
ДЛЯ ДОТИКУ**

**Ергономічні дані для встановлення граничних  
значень температури гарячих поверхонь**

**(EN 563:1994, IDT)**

**ДСТУ EN 563–2001**

*Видання офіційне*

БЗ № 7–2001/164

**Київ  
ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ  
2001**

«Цей стандарт ідентичний EN 563:1994 і видається з дозволу CEN»



ДСТУ EN 563–2001

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

Безпечність машин

# ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХОНЬ, ДОСТУПНИХ ДЛЯ ДОТИКУ

Ергономічні дані для встановлення граничних  
значень температури гарячих поверхонь

(EN 563:1994, IDT)

*Видання офіційне*

Київ  
ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ  
2001

## ПЕРЕДМОВА

- 1 ВНЕСЕНО Національним науково-дослідним інститутом дизайну Міністерства освіти і науки України та технічним комітетом стандартизації «Дизайн та ергономіка» (ТК 121)
- 2 НАДАНО ЧИННОСТІ наказом Держстандарту України від 14 вересня 2001 р. № 454
- 3 Стандарт відповідає EN 563:1994 Safety of machinery — Temperatures of touchable surfaces — Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces (Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних для дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь)  
Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)  
Переклад з англійської (en).
- 4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ
- 5 ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Л. Ремізовський; А. Рубцов; В. Свірко**, канд. психол. наук; **Е. Федоренко**

## ЗМІСТ

	С.
Національний вступ .....	IV
Вступ .....	IV
1 Сфера застосування .....	1
2 Нормативні посилання .....	2
3 Визначення .....	2
4 Опікові пороги.....	3
5 Застосування .....	9
6 Пояснення та висновки.....	10
Додаток А (інформаційний) Результати наукових досліджень, покладені в основу стандарту .....	11
Додаток В (обов'язковий) Приклади тривалостей контакту .....	13
Додаток С (інформаційний) Заходи захисту .....	13
Додаток D (інформаційний) Приклади застосування стандарту .....	15
Додаток Е (інформаційний) Термічні характеристики деяких матеріалів .....	17
Додаток F (інформаційний) Бібліографія .....	18

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є ідентичним перекладом EN 563:1994 Safety of machinery — Temperatures of touchable surfaces — Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces (Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних для дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь).

Під час перевидання структура стандарту не змінювалась, і до нього не вносились технічні відхилення.

Стандарт містить такі редакційні зміни:

— у «Нормативних посиланнях» дано «Національне пояснення» щодо перекладу українською мовою назв стандартів та «Національну примітку» щодо чинних стандартів на час прийняття цього стандарту;

— змінено нумерацію сторінок;

— замінено «цей європейський стандарт» на «цей стандарт»;

— структурні елементи стандарту «Обкладинку», «Титульну сторінку», «Передмову», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані» оформлено згідно з вимогами системи стандартизації України. «Національне пояснення» та «Національну примітку» виділено в тексті стандарту рамкою;

— замінено позначення одиниць фізичних величин і фізичних параметрів.

Позначення в EN 563	s	min	h	μm	$T_s$	$\Delta T_s$
Позначення в національному стандарті	с	хв	год	мкм	$T_n$	$\Delta T_n$

## ВСТУП

Доступні поверхні машин, які під час роботи машин стають гарячими, спричиняють небезпеку дістати опік. Дотик до гарячих поверхонь може бути як навмисним, наприклад, при користуванні рукояткою машини, так і ненавмисним, коли людина перебуває поблизу машини. Загальні принципи проектування щодо безпечності машин із урахуванням застережних заходів від небезпек, включаючи небезпеку дістати опік, наведені в стандарті EN 292.

Знання тих чинників і впливів, які під час контакту шкіри з гарячою поверхнею можуть призвести до опіків, дозволяє оцінити ризик дістати опік, спричинений дотиком до гарячої поверхні. При цьому найважливішими факторами є:

— температура поверхні;

— матеріал поверхні;

— тривалість контакту шкіри з поверхнею машини.

Інші фактори, що також можуть мати місце, відіграють незначну роль. Цей стандарт містить дані, що дозволяють оцінити ступінь ризику дістати опік під час контакту з гарячою поверхнею. Ці дані можуть використовуватись і в інших стандартах і настановах при встановленні граничних значень температури.

Наведені в цьому стандарті дані ґрунтуються на результатах наукових досліджень, що характеризують реакцію шкіри людини на контакт із гарячою поверхнею.

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

БЕЗПЕЧНІСТЬ МАШИН  
ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХОНЬ, ДОСТУПНИХ ДЛЯ ДОТИКУ

Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь

БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИН  
ТЕМПЕРАТУРЫ ДОСТУПНЫХ ДЛЯ КАСАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Эргономические данные для установления предельных значений температуры горячих поверхностей

SAFETY OF MACHINERY  
TEMPERATURES OF TOUCHABLE SURFACES

Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces

---

Чинний від 2002–04–01

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт визначає ергономічні вимоги та принципи їх застосування при встановленні граничних значень температури гарячих поверхонь і при оцінюванні ризику дістати опіки.

Цей стандарт поширюється в межах сфери застосування EN 292 на гарячі поверхні машин, із якими стикається чи до яких може дотикатися людина під час використання машин відповідно до їхнього призначення.

Цей стандарт містить дані, які визначають, за яких умов контакт між нічим не захищеною шкірою і гарячою поверхнею призводить чи може призвести до опіків. Ці дані дозволяють оцінювати ризик дістати опіки.

Цей стандарт містить також дані, що дозволяють визначати граничні значення температури гарячих поверхонь для захисту від опіків. Ці дані можуть використовуватися під час розроблення стандартів на машини, коли для оцінки ризику потрібно знати граничні значення температури.

Значення, наведені в цьому стандарті, відносяться до поверхонь, теплоємність яких є більшою порівняно з теплоємністю шкіри людини.

Цей стандарт не поширюється на ті випадки, коли з гарячою поверхнею може контактувати велика ділянка шкіри (порядку 10 чи більше відсотків поверхні тіла). Цей стандарт не поширюється також на випадок контакту з гарячою поверхнею понад 10 % шкіри голови чи на контакт, наслідком якого є опіки життєво важливих областей обличчя.

**Примітка 1.** У деяких випадках сам контакт із гарячою поверхнею для людини може мати набагато більш серйозні наслідки, наприклад:

- а) у разі опіків, що призводять до звуження дихальних шляхів;
- б) у разі опіків великих поверхонь тіла (понад 10 %), коли втрата рідини може вплинути на процес кровообігу;
- с) у разі перегрівання голови чи всього тіла, коли навіть за відсутності опіку таке перегрівання призводить до недопустимого теплового навантаження.

Вимоги цього стандарту стосуються тільки здорової шкіри дорослої людини.

---

Цей стандарт не містить даних щодо захисту від болю.

**Примітка 2.** Якщо опіковий поріг, зазначений у цьому стандарті, не перевищений, то, звичайно, ніякого ризику дістати опіки під час контакту шкіри з гарячою поверхнею немає; однак біль при цьому може мати місце. У разі потреби захисту шкіри від болю рекомендується використовувати відповідні значення температури поверхні з інших джерел (див. додаток А).

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Цей стандарт містить вимоги з інших публікацій за допомогою посилань на ці публікації із зазначенням і без зазначення року їхнього видання. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях за текстом, а перелік публікацій наведений нижче. У разі посилань на публікації із зазначенням року їхнього видання наступні зміни чи наступні редакції цих публікацій чинні для цього стандарту тільки в тому випадку, якщо вони введені в дію методом зміни чи методом підготовки нової редакції. У разі посилань на публікації без зазначення року видання чинне останнє видання наведеної публікації.

EN 292 Part 1:1991	Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology
EN 292 Part 2:1991	Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles and specifications
prEN 614:Part 1	Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles
prEN 1050 <sup>1)</sup>	Safety of machinery — Risk assessment

### НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ.

EN 292-1:1991	Безпечність машин. Основні поняття, загальні принципи проектування. Частина 1. Основна термінологія, методологія
EN 292-2:1991	Безпечність машин. Основні поняття, загальні принципи проектування. Частина 2. Технічні принципи та технічні умови
prEN 614-1	Безпечність машин. Ергономічні принципи проектування. Частина 1. Термінологія і основні принципи
prEN 1050 <sup>1)</sup>	Безпечність машин. Оцінка ризику

**Національна примітка.** Чинними є стандарти EN 292-1:1991; EN 292-2:1991; EN 614-1:1995; EN 1050:1996.

## 3 ВИЗНАЧЕННЯ

У цьому стандарті застосовано такі визначення:

### 3.1 температура поверхні (surface temperature) ( $T_n$ )

Температура поверхні, вимірювана в градусах Цельсія.

### 3.2 тривалість контакту (contact period) ( $t$ )

Час, протягом якого відбувається контакт з поверхнею.

### 3.3 теплова інерція (thermal inertia)

Добуток густини, теплопровідності та питомої теплоємності матеріалу.

### 3.4 властивості поверхні матеріалу (material properties of the surface)

Хімічний/фізичний склад матеріалу, а також характеристика (шорстка, гладка) і форма поверхні.

### 3.5 класифікація опіків (burn classification)

За тяжкістю опіки поділяють на три ступені:

#### а) поверхневий місцевий опік (superficial partial thickness burn)

Усі, крім сильних, поверхневі опіки, в результаті яких епідерміс цілком руйнується, але волосяні фолікули, сальні й потові залози залишаються при цьому неушкодженими;

<sup>1)</sup> Проект стандарту розроблений CEN/TC 114/WG 14.



**b) глибокий місцевий опік (deep partial thickness burn)**

Руйнується значна частина шкіри, а також усі сальні залози, і тільки глибоко розташовані волосяні фолікули чи сальні залози зберігаються;

**c) суцільний опік (whole thickness burn)**

Руйнується весь шкіряний покрив, і елементи епітелію не зберігаються.

**3.6 опіковий поріг (burn threshold)**

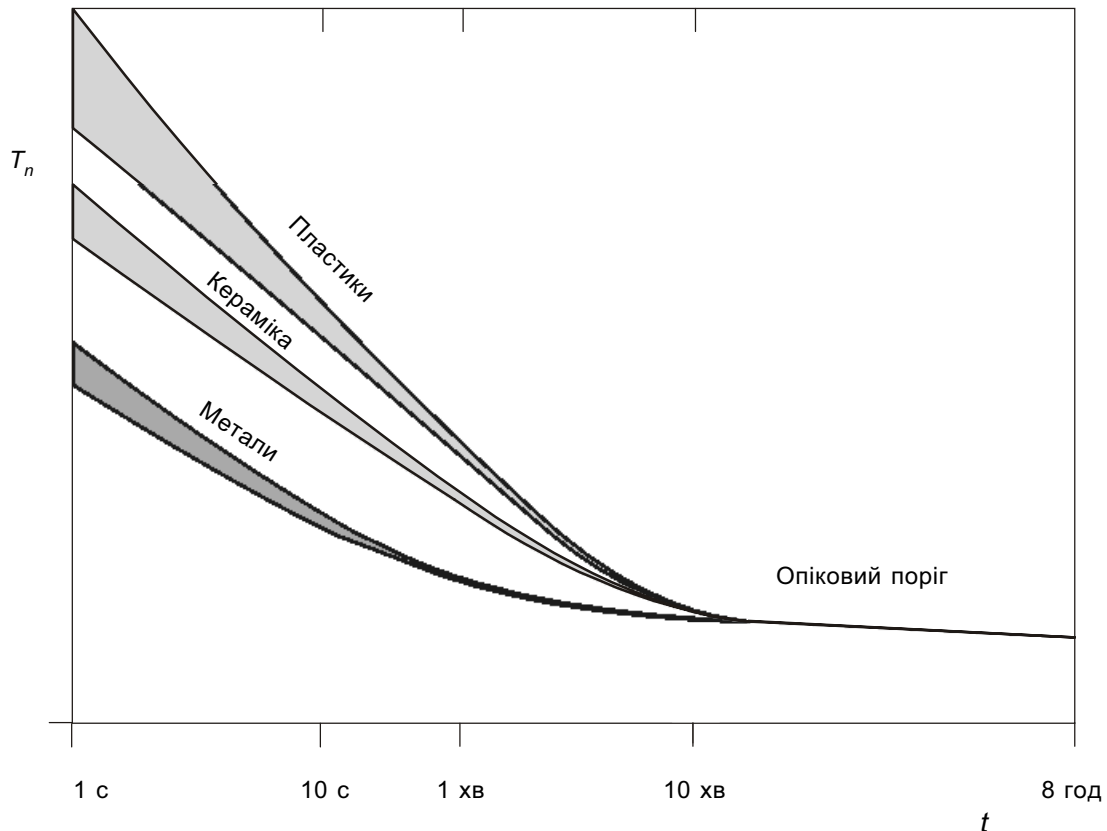
Температура поверхні, що визначає межу між відсутністю опіку та поверхневим місцевим опіком у результаті контакту шкіри з гарячою поверхнею протягом певного часу.

**4 ОПІКОВІ ПОРОГИ****4.1 Загальні відомості**

У цьому розділі наведено значення температури поверхні для опікових порогів. Оцінити ризик дістати опік можна вимірюванням температури поверхні і порівнянням її зі значеннями, наведеними в 4.2. Опікові пороги, наведені в 4.2, можуть використовуватися і для визначення граничних значень температури поверхні машин для уникнення опіків.

**Примітка.** Поява опіку залежить від температури шкіри і від часу, впродовж якого вона підвищується. Взаємозв'язок між температурою шкіри, тривалістю її підвищення і появою опіку був свого часу предметом наукових досліджень і тепер відомий (див. додаток А). Але на практиці неможливо простими засобами виміряти температуру шкіри в процесі її контакту з гарячою поверхнею машини. Тому в цьому стандарті встановлюються не значення температури шкіри, а значення температури гарячих поверхонь машини, які під час контакту зі шкірою призводять до опіку (опіковий поріг). Температура поверхні машини може легко вимірюватися відповідними засобами вимірювань.

Температури, які під час контакту шкіри з гарячою поверхнею призводять до опіків, залежать від матеріалу поверхні і від тривалості контакту шкіри з поверхнею. На рисунку 1 показана ця залежність. Залежність наведена для різних груп матеріалів, що мають аналогічні характеристики теплопровідності і тому аналогічні опікові пороги.



**Рисунок 1** — Графік взаємозв'язку між опіковим порогом і тривалістю дотику при контакті шкіри з гарячою поверхнею

Точка на кривій за певної тривалості контакту дає температуру, що лежить на межі відсутності ушкодження і початку поверхневого опіку під час контакту шкіри з гарячою поверхнею. Значення температури поверхні нижче кривої в загальному випадку означають відсутність опіку. Над кривою наведено значення температури поверхні, яка призводить до опіку шкіри (див. також додаток А).

Рисунок 1 призначений для кращого розуміння взаємозв'язку і не дає точних значень опікових порогів. Точні значення опікових порогів можна визначити з рисунків 2–6 і з таблиці 1.

Для нетривалих контактів опікові пороги на рисунку 1 і на більш точних графіках 2–6 мають вигляд не ліній, а областей. Це пояснюється тим, що для нетривалих контактів знання температурної межі між відсутністю опіку шкіри і початком опіку недостатньо. Опіковий поріг залежить від декількох чинників: товщини шкіри в місці дотику, вологості поверхні шкіри (поту), забруднення шкіри (наприклад, жиром), сили притискання, різниці характеристик теплопровідності матеріалів, віднесених до однієї групи, неточності під час наукового визначення опікових порогів (див. також додаток А). Але вплив цих чинників незначний порівняно з впливом відмінності теплопровідності різних груп матеріалів.

Невизначеність значень для тривалих контактів менша, ніж для нетривалих. Тому для тривалих контактів установлені точні значення опікового порога. Для тривалих контактів також зникає різниця значень для різних груп матеріалів.

## 4.2 Значення опікових порогів

### 4.2.1 Опікові пороги за тривалості контакту меншої ніж 1 с

Точних даних для опіків за тривалості контакту меншої ніж 1 с немає. З графіків, наведених на рисунках 2–6, неможливо визначити значення опікового порога за тривалості контакту меншої ніж 1 с.

**Примітка.** Використання стандарту для дуже малих тривалостей контакту розглянуто в 5.3.2.

### 4.2.2 Опікові пороги за тривалості контакту від 1 до 10 с

#### 4.2.2.1 Загальні відомості

Для нетривалих контактів (тривалість контакту від 1 до 10 с) області опікових порогів задаються не числами, а графічно, залежно від тривалості контакту. Опікові пороги матеріалів з аналогічними характеристиками теплопровідності об'єднані в одну область.

#### 4.2.2.2 Метали без покриття

Опікові пороги, наведені на рисунку 2, відносяться до гладких поверхонь з металу без покриття. Для шорстких металевих поверхонь значення можуть бути вищими ніж значення для аналогічних гладких поверхонь, але не більше, ніж на 2 °С (над верхньою межею зазначеної на рисунку області опікових порогів).

#### 4.2.2.3 Метали з покриттям

Вплив покриття металевої поверхні на опіковий поріг зображений на рисунках 3а і 3б. Значення подано як перевищення температури поверхні металів із покриттям над значенням опікового порога для металів без покриття. Для одержання власне значення опікового порога для металів із покриттям необхідно визначити значення перевищення температури  $\Delta T_n$  з рисунків 3а чи 3б і додати до значення опікового порога для металів без покриття  $T_n$ , узятого з рисунку 2.

#### 4.2.2.4 Кераміка, скло- та каменеподібні матеріали

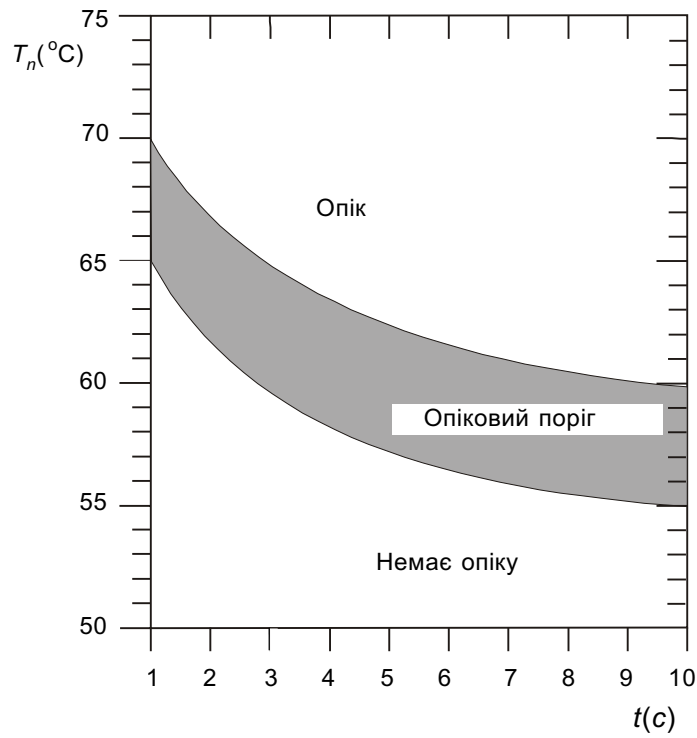
Область опікових порогів для кераміки, склокераміки, скла, фарфору і каменеподібних матеріалів (мармур, бетон) наведена на рисунку 4.

Значення опікових порогів для мармуру і бетону знаходяться на нижній межі цієї області. Аналогічні значення для скла знаходяться на верхній межі області.

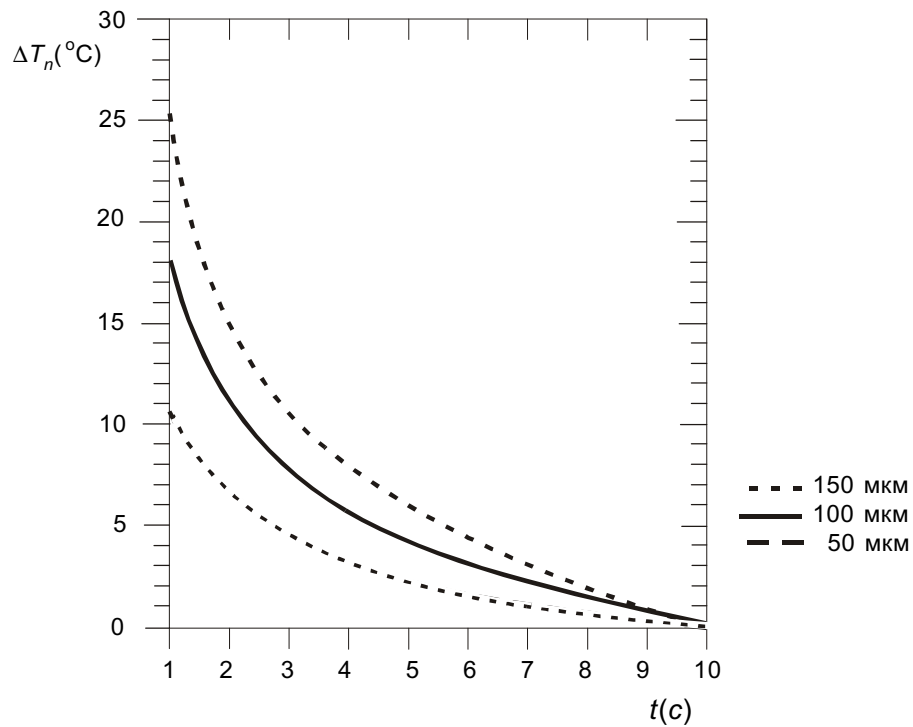
#### 4.2.2.5 Пластмаси

Область опікових порогів для пластмас (поліамід, акрил-скло, політетрафторетилен, дуропласт) зображена на рисунку 5.

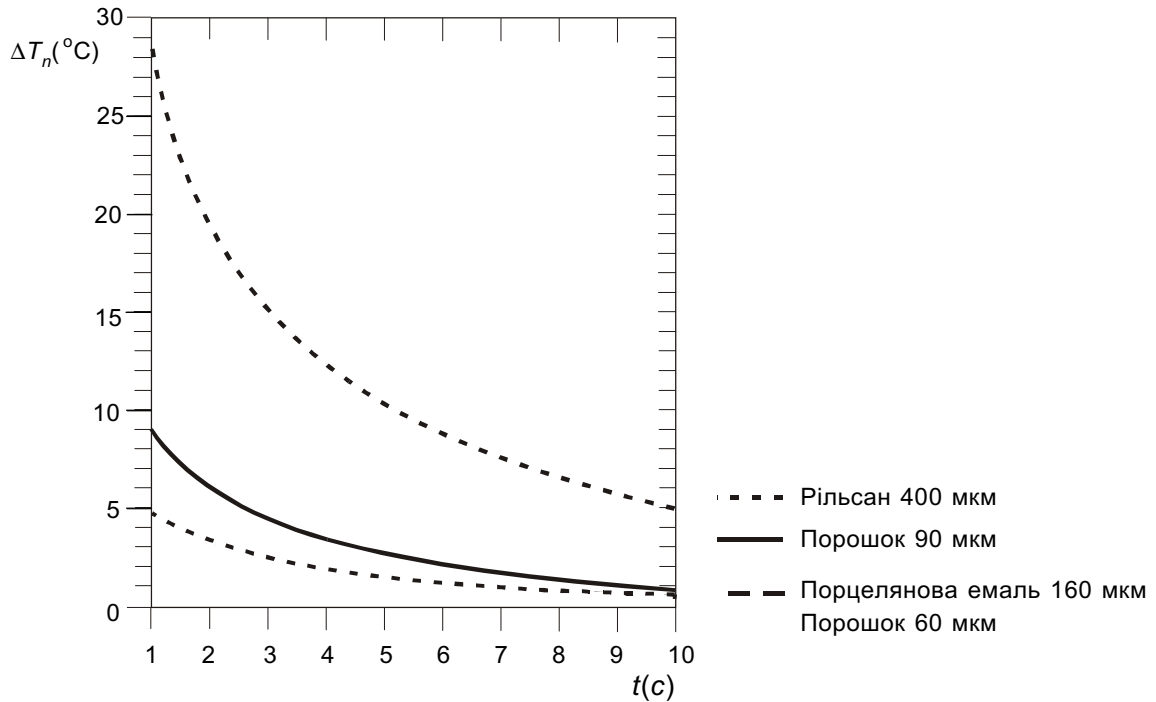
**Примітка.** Пластмаси мають залежно від їхнього хімічного складу, дуже різні значення теплопровідності. Область опікових порогів, що відповідає більшості пластмас, зображена на рисунку 5. Однак для тих пластмас, які мають характеристики теплопровідності, що значно відрізняються від характеристик теплопровідності матеріалів, зазначених у 4.2.2.5, опікові пороги, наведені на рисунку 5, використовувати не можна. Для цих матеріалів значення опікових порогів необхідно розраховувати, оцінювати або вимірювати, як це зазначено в додатку А.



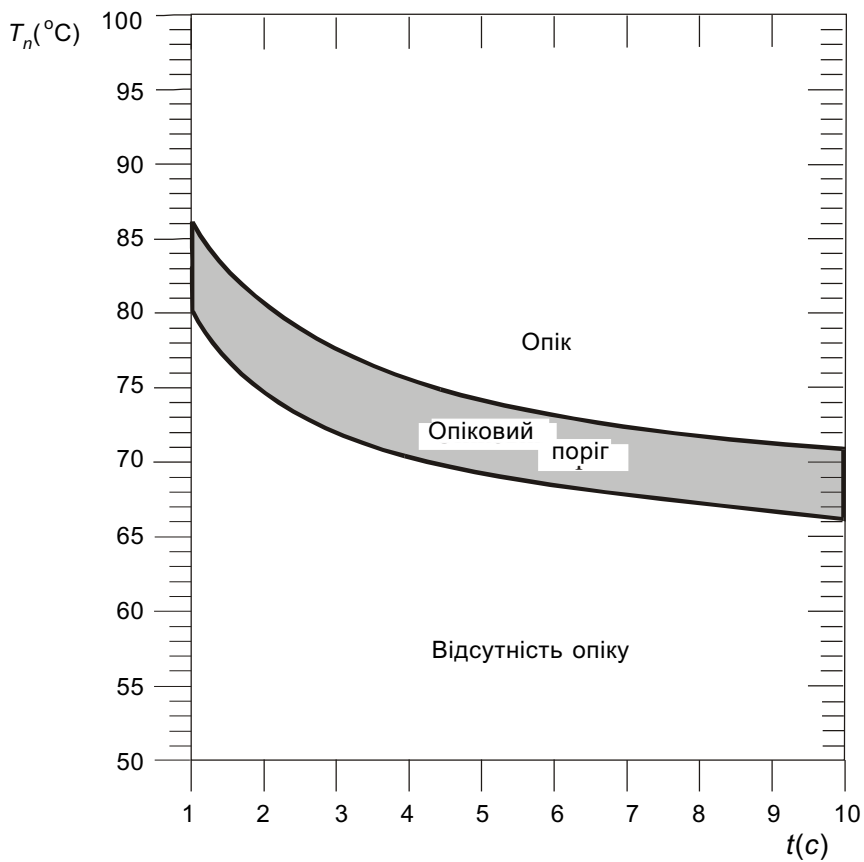
**Рисунок 2** — Область опікових порогів для випадку контакту шкіри з гарячою гладкою поверхнею з металу без покриття



**Рисунок 3а** — Перевищення значень в області опікових порогів з рисунку 2 для металів, покритих лаком із товщиною шару 50 мкм, 100 мкм і 150 мкм



**Рисунок 3б** — Перевищення значень в області опікових порогів з рисунку 2 для металів, покритих рільсаном<sup>2)</sup> (товщина шару 400 мкм), порошком (60 мкм і 90 мкм) і порцеляною емаллю (160 мкм)



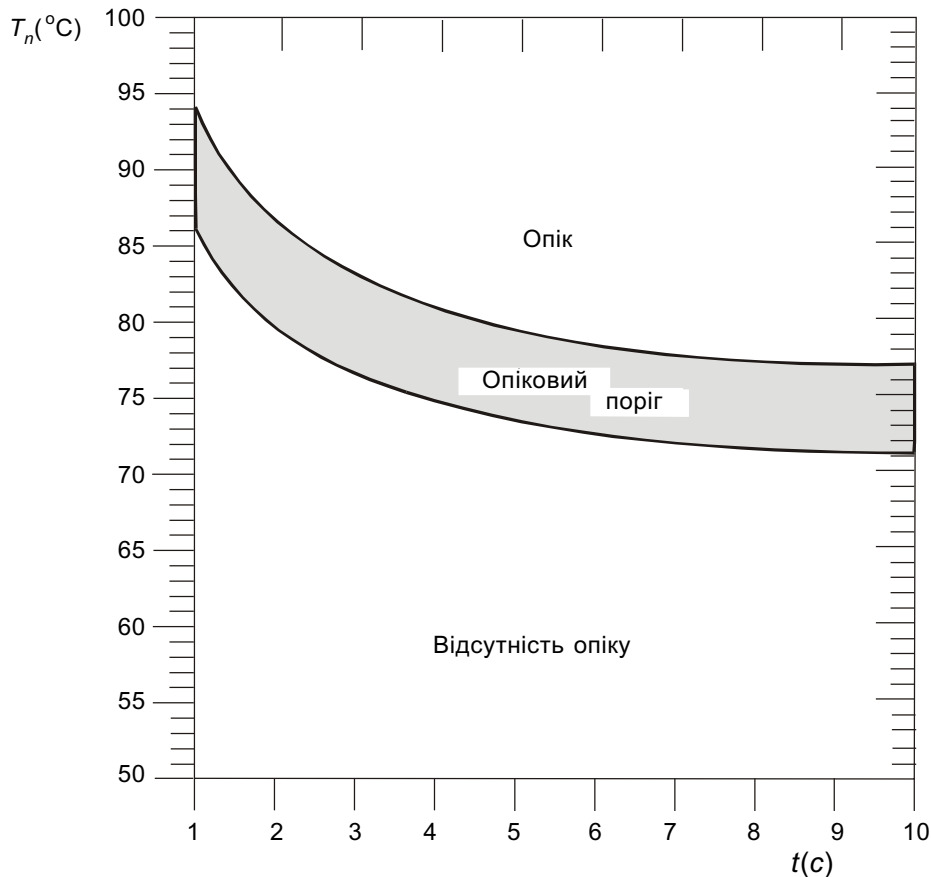
**Рисунок 4** — Область опікових порогів для випадку контакту шкіри з гарячою гладкою поверхнею з кераміки, скло- і каменеподібних матеріалів

<sup>2)</sup> Рільсан є прикладом придатної, комерційно доступної продукції. Ця інформація наведена лише для зручності користувачів цього стандарту і ніяк не означає визнання цієї продукції з боку CEN.

#### 4.2.2.5 Пластмаси

Область опікових порогів для пластмас (поліамід, акрил-скло, політетрафторетилен, дуро-пласт) наведена на рисунку 5.

**Примітка.** Пластмаси мають залежно від їхнього хімічного складу, дуже різні значення теплопровідності. Область опікових порогів, що відповідає більшості пластмас, наведена на рисунку 5. Однак для тих пластмас, які мають характеристики теплопровідності, що значно відрізняються від характеристик теплопровідності матеріалів, зазначених у 4.2.2.5, опікові пороги, наведені на рисунку 5, використовувати не можна. Для цих матеріалів значення опікових порогів необхідно розраховувати, оцінювати або вимірювати, як це зазначено в додатку А.



**Рисунок 5** — Область опікових порогів на випадок контакту шкіри з гарячою гладкою поверхнею з пластмаси

#### 4.2.2.6 Дерево

Область опікових порогів для дерева зображена на рисунку 6.

Для м'якого, сухого дерева значення знаходяться на верхній межі області. Для твердого, вологого дерева — навпаки, на нижній межі області.

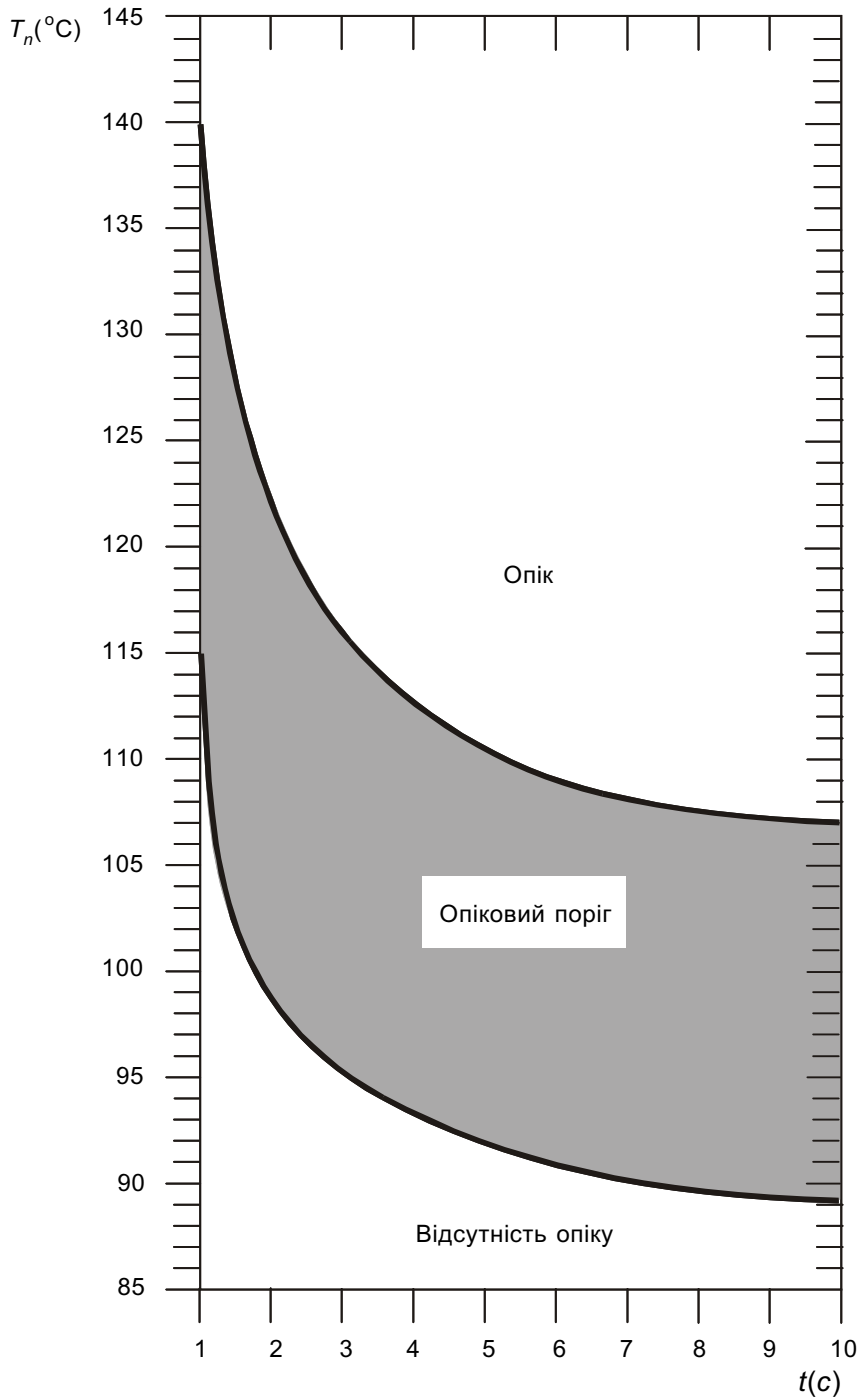
#### 4.2.3 Опікові пороги за тривалості контакту від 1 хвилини та більше

У таблиці 1 наведено значення опікових порогів для випадків стикання з поверхнею за тривалості контакту від 1 хвилини та більше.

Таблиця 1

Матеріал	Опікові пороги $T_n$ для тривалостей контакту:		
	1 хв, °C	10 хв, °C	8 год та більше, °C
Метали без покриття	51	48	43
Метали з покриттям	51	48	43
Кераміка, скло- и каменеподібні матеріали	56	48	43
Пластмаси	60	48	43
Дерево	60	48	43

**Примітка.** Значення 51 °C для тривалості контакту 1 хв також застосовують для інших, не зазначених у таблиці матеріалів з високою теплопровідністю.



**Рисунок 6** — Область опікових порогів на випадок контакту шкіри з гарячою гладкою поверхнею з дерева

Значення 43 °С для всіх матеріалів за тривалості контакту 8 год та більше справедливе лише в тих випадках, коли з гарячою поверхнею стикається невелика ділянка тіла (менше ніж 10 % шкіряного покриву тіла) чи голови (менше ніж 10 % шкіряного покриву голови). Якщо ж поверхня контакту не локальна чи гаряча поверхня стикається з життєво важливими частинами обличчя (наприклад, з дихальними шляхами), то серйозні ушкодження можуть виникати в тих випадках, коли температура поверхні не перевищує 43 °С.

## 5 ЗАСТОСУВАННЯ

### 5.1 Загальні вимоги

Для оцінювання ризику дістати опік під час контакту шкіри з гарячою поверхнею машини вимірюється температура машини відповідно до 5.2. Потім за цим стандартом визначають значення опікового порога. При цьому необхідно враховувати властивості матеріалу поверхні та передбачувану тривалість контакту. У 5.3 наведено процедуру вибору відповідного значення опікового порога. Порівняння вимірної температури поверхні з опіковим порогом, як це зазначено в 5.4, дає відповідь на питання про те, чи є ризик дістати опік.

Для нормування в стандартах типу С граничних значень температури поверхні для захисту від опіків ці значення можуть вибиратися відповідно до 5.3.

### 5.2 Вимірювання

#### 5.2.1 Процедура вимірювань

Температуру поверхні вимірюють у тому місці чи в тих місцях машини, де може статися контакт зі шкірою.

Вимірювання слід проводити за нормального режиму роботи машини. При цьому повинна бути визначена максимальна температура поверхні, якої вона досягає наприкінці періоду нормального режиму роботи.

**Примітка.** Під час вимірювання температури поверхні необхідно стежити за тим, аби був забезпечений хороший контакт датчика з поверхнею. Для цього необхідне відповідне притискання і використання теплопровідної пасти. Контактна поверхня датчика повинна прилягати до контрольованої поверхні по площині і не мати перекосів. Для зчитування вимірюваного значення необхідно зачекати, доки не відбудеться повне вирівнювання температури поверхні і датчика, а температура не перестане змінюватися. Для більш швидкого вирівнювання температури корисним може виявитися підігрівання датчика вимірювального пристрою перед вимірюванням у будь-якій точці гарячої поверхні.

#### 5.2.2 Вимірювальний прилад

Для вимірювання температури поверхні слід використовувати електричний термометр із контактним датчиком із металу невеликої теплоємності. Похибка вимірювального приладу повинна бути не більшою ніж  $\pm 1$  °C в області температур до 50 °C і не більшою ніж  $\pm 2$  °C — в області температур понад 50 °C .

**Примітка.** Дані, наведені в цьому стандарті, отримані за допомогою вищезгаданого вимірювального приладу; значення температури поверхні, вимірювані іншим приладом, не можуть порівнюватися з цими даними.

### 5.3 Вибір використовуваного опікового порога

#### 5.3.1 Загальні вимоги

Для вибору використовуваного значення опікового порога слід діяти відповідно до 5.3.2 та 5.3.3.

#### 5.3.2 Визначення тривалості контакту

Необхідно розрізняти, чи стався контакт випадково, чи він відбувається навмисне, — наприклад, для того, щоб доторкнутися до органу керування.

У разі випадкового дотику слід використовувати мінімальну тривалість контакту — 1 с. Якщо ж передбачається сповільнена реакція (наприклад, коли робота проводиться за умов, що обмежують свободу пересування, коли працівник похилого віку чи інвалід), то необхідно вибрати більшу тривалість контакту, — для таких випадків пропонується 4 с (див. додаток В).

Для випадків свідомого дотику до гарячої поверхні максимальна тривалість контакту повинна або вимірюватися, або оцінюватися. Потім цей час береться за основу як фактична тривалість контакту. При цьому перевага віддається вимірюванню максимальної тривалості дотику. Якщо ж максимальна тривалість дотику не може бути виміряна, то слід обрати відповідну тривалість контакту за таблицею В.1. Тривалість контакту для свідомого дотику до гарячої поверхні не може вибиратися меншою ніж 4 с.

### 5.3.3 Вибір значення опікового порога

За допомогою встановленої тривалості контакту за рисунками 2–6 обирають значення опікового порога для тривалості контакту від 1 до 10 с і за таблицею 1 — значення опікового порога для тривалості контакту від 1 хв й більше.

Для тривалості контакту від 10 с до 1 хв значення опікового порога можна визначати методом інтерполяції значень опікового порога для конкретного матеріалу, наведених на рисунках 2–6 для 10 с (див. 4.2.2), і значень, наведених у таблиці 1, для 1 хв (див. 4.2.3).

Для тривалостей контакту більших ніж 1 хв, що знаходяться між періодами часу, наведеними в таблиці 1, значення опікового порога можна також визначати методом інтерполяції значень опікових порогів, установлених для найближчого коротшого та наступного тривалішого контакту.

Для встановлення граничних значень температури рекомендується діяти таким чином. Усередині області опікових порогів для групи матеріалів на рисунках 2–6 рекомендується вибрати значення поблизу нижньої межі області, якщо ймовірність контакту з гарячою поверхнею велика, і значення поблизу верхньої границі області, якщо ймовірність мала.

Матеріали, не наведені на рисунках 2–6 і в таблиці 1, у деяких випадках можуть оцінюватися за їхньою теплопровідністю. Теплова інерція (див. додатки А та Е) відповідного матеріалу повинна порівнюватися із значеннями теплової інерції таких груп матеріалів: метали, керамічні і склоподібні матеріали, пластмаси чи дерево. Тоді за основу для відповідного матеріалу може бути взятий опіковий поріг групи речовин, що мають таку ж теплову інерцію. Передумовою для цього є те, що порядок величини теплової інерції для розглядуваного матеріалу може з достатньою точністю вимірюватися чи оцінюватися порівняно з тепловими інерціями зазначених у цьому стандарті груп матеріалів. Якщо ж навіть порядок величини теплової інерції розглядуваного матеріалу невідомий, то значення опікового порога за цим стандартом одержати не можна. Це, зокрема, може стосуватися деяких пластмас (наприклад, стиропор<sup>3)</sup>), теплопровідність яких може значно відрізнятись від теплопровідності пластмас, зазначених у 4.2.

### 5.4 Порівняння

Якщо значення температури поверхні, виміряне відповідно до 5.2, знаходиться вище опікового порога, обраного відповідно до 5.3, то під час стикання шкіри з гарячою поверхнею слід чекати її ушкодження. Якщо ж виміряна температура поверхні знаходиться нижче опікового порога, то ушкодження шкіри відбуватися не повинно.

Якщо виміряна температура поверхні знаходиться всередині області, зображеної на рисунках 2–6, то ушкодження шкіри може бути, а може і не бути. Це відповідає неточності, з якою визначалося значення опікового порога.

## 6 ПОЯСНЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

### 6.1 Значення температури поверхні нижче значення опікового порога

Якщо виміряне значення температури поверхні знаходиться нижче значення опікового порога, то в загальному випадку необхідності вжиття заходів захисту від опіків немає.

**Примітка.** Однак поріг болю може бути перевищений і тоді, коли значення температури нижче значення опікового порога. Допоміжний матеріал для встановлення приблизного значення больового порога і вжиття відповідних заходів захисту наведено в додатках А та С.

### 6.2 Значення температури поверхні вище або дорівнює значенню опікового порога

Якщо виміряне значення температури поверхні вище або дорівнює значенню опікового порога, то під час контакту шкіри з гарячою поверхнею виникає ризик дістати опік.

Якщо внаслідок цього стає необхідним вжиття відповідних заходів захисту, то заходи в кожному конкретному випадку залежать від робочих умов і не можуть бути встановлені в цьому стандарті. Однак можливі такі рекомендації.

<sup>3)</sup> Стиропор є прикладом придатної комерційно доступної продукції. Ця інформація наведена лише для зручності користувачів цього стандарту і ніяк не означає визнання цієї продукції з боку CEN.



Заходи захисту від опіків тим більше важливі чим:

- вище значення температури поверхні відносно значення опікового порога;
- довше температура поверхні перевищує опіковий поріг;
- менше відомо про ризик дістати опік тому, хто його може дістати (наприклад, дітям);
- менша імовірність відповідної реакції;
- легший доступ до гарячої поверхні;
- вищий ризик дотику під час використання машини за призначенням;
- частіше може відбуватися контакт;
- меншими знаннями про безпечну роботу з машиною, що має гарячі поверхні, володіє користувач.

тувач.

Цей перелік є неповним, і кожен ситуацію необхідно оцінювати з урахуванням супутніх обставин.

У багатьох випадках, відповідно до призначення, поверхні машин повинні мати високі температури і водночас бути доступними (наприклад, нагрівні валки). У таких випадках зниження температури поверхні не може служити заходом захисту. Якщо є можливість застосування технічних заходів захисту, то таким заходам слід віддавати перевагу порівняно із застосуванням засобів індивідуального захисту. Приклади деяких заходів захисту наведено в додатку С.

Застосовувані заходи захисту залежно від конкретних випадків різні. При цьому повинні враховуватися всі супутні обставини, а також наведені вище рекомендації. У стандартах на конкретні машини, за необхідності, слід зазначати і всі заходи захисту від опіків.

#### ДОДАТОК А (інформаційний)

### РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПОКЛАДЕНІ В ОСНОВУ СТАНДАРТУ

Значення опікових порогів, наведені в 4.2, ґрунтуються на результатах наукових досліджень різних наукових груп. **Moritz** і **Henriques** свої дослідження проводили на шкірі свиней, що дуже схожа із шкірою людини [2]. В своїх експериментах вони досліджували ті значення температури шкіри, що призводять до появи опіків. Опік шкіри залежить від температури її поверхні і від часу, впродовж якого шкіра піддається впливу цієї температури. У результаті своїх досліджень для кожної тривалості контакту з високими температурами **Moritz** і **Henriques** знайшли по два граничних значення температури для поверхні шкіри. При цьому нижнє значення означає межу між відсутністю будь-яких ушкоджень шкіри і початком її оборотного ушкодження. Верхнє значення означає межу між появою оборотного і необоротного ушкоджень, останнє з яких уже не може бути вилікуване і призводить до повного руйнування шкіри (суцільний глибокий опік).

**Wu** теоретично досліджував тепловий потік від гарячого предмета до шкіри під час їхнього контакту [3, 4]. У результаті цих досліджень він вивів формули для розрахунку температур на поверхні шкіри й усередині неї. При цьому, використовуючи значення опікових порогів, що встановили **Moritz** і **Henriques**, у деяких випадках можливо розрахувати і температуру поверхні гарячих предметів, яка спричиняє опік шкіри під час контакту з ними.

**Marzetta** розробив прилад, що називається «термостезіометр», що може вимірювати температуру, яка виникає на поверхні шкіри під час її контакту з гарячим предметом [5].

**Siekman** використовував термостезіометр для визначення температури гарячих поверхонь, що викликають опік шкіри під час контакту з ними [7]. При цьому температуру гарячої поверхні він змінював доти, доки термостезіометр не починав показувати значення температури, що знаходиться саме на нижній межі поділу між відсутністю будь-яких ушкоджень шкіри і початком її оборотного ушкодження, визначеної **Moritz** і **Henriques** [2]. Потім він вимірював температуру поверхні уже звичайним вимірювальним приладом. Такі вимірювання були виконані для поверхонь із різних матеріалів і для різних тривалостей контакту.

**Bauer і Manzinger** свої експерименти проводили на пацюках і свинях [8]. Для різних матеріалів їм вдалося встановити температури, які під час контакту шкіри тварин із відповідною гарячою поверхнею призводили до появи опіків різного ступеня та глибини. Хоча обрані інтервали для зміни температури були відносно великі, отримані ними результати відповідають результатам **Siekmann**.

Значення температури поверхні об'єкта для початку опіку, отримані **Siekmann**, під час нетривалих контактів із металами з точністю від 2 до 3 °С узгоджуються зі значеннями, розрахованими за формулами **Wu** [7]. Під час контактів із іншими матеріалами, що мають меншу теплопровідність, виміряні та розраховані значення узгоджуються, але не в такій мірі, як у випадку з металами. Під час контакту з матеріалами, що мають дуже низьку теплопровідність, розраховані значення, як правило, вищі, ніж виміряні. Для таких матеріалів розрахунок, очевидно, не дає правильних результатів.

Значення опікових порогів, наведені в цьому стандарті, ґрунтуються на експериментальних результатах, що їх одержали **Siekmann** [7] — для короткочасних контактів і **Moritz і Henriques** [2] — для тривалих контактів. Значення опікових порогів, особливо під час короткочасних контактів, мають деяку невизначеність. Ця невизначеність пов'язана з:

- неоднаковістю зусиль, із якими відбувається контакт;
- вологістю чи сухістю шкіри;
- неточністю під час наукового визначення опікового порога;
- поєднанням в одну групу матеріалів із дещо різними значеннями теплопровідності для спрощення застосування стандарту.

Зазначені чинники призводять до певної неточності під час визначення опікового порога. Із врахуванням цієї неточності опікові порогові на рисунках 2–6 мають вигляд не ліній, а областей. Однак усі зазначені чинники відіграють малу роль порівняно з різницею теплопровідності. Тому ці області відносно вузькі порівняно з різницею опікових порогів для різних груп матеріалів. Розміри опікових порогів для тривалих контактів визначено більш точно. Тому для цих випадків у цьому стандарті наведені точні значення.

Оскільки в стандарті розглядаються лише поверхні машин, то опікові порогові для води в основній частині стандарту не наведені. Однак, якщо є потреба, то опіковий поріг для випадку стикання шкіри з водою визначають за нижньою межею області опікових порогів для неізольованих металів (рисунок 2) та за значеннями для металів без покриття, наведеними в таблиці 1.

Для матеріалів, яких немає ні на рисунках, ні в таблиці 1, значення опікового порога в деяких випадках можна отримати за 5.3.3. Це можливо, коли теплопровідність розглядуваного матеріалу відома. При цьому найважливішою величиною є теплова інерція, тобто добуток щільності, теплопровідності та питомої теплоємності [4]. Теплову інерцію можна визначити за таблицями (наприклад, у додатку Е) чи виміряти. Якщо ж теплова інерція певного матеріалу значно відрізняється від теплової інерції зазначених у 5.3.3 груп матеріалів, то значення опікового порога для такого матеріалу за цим стандартом визначити не можна. У таких випадках для визначення опікового порога рекомендується використати термостезіометр і метод, зазначений у [6] та [7].

У цьому стандарті розглядаються лише значення температури для опікових порогів. Однак, у деяких випадках певний інтерес являють і порогові болю, наприклад, коли контакт гарячої поверхні зі шкірою передбачається заздалегідь. У таких випадках значення для порогів болю можуть бути взяті з [9].

ДОДАТОК В  
(обов'язковий)

**ПРИКЛАДИ ТРИВАЛОСТЕЙ КОНТАКТУ**

Для оцінювання тривалості контакту шкіри з гарячою поверхнею використовують значення, наведені в таблиці В.1

Таблиця В.1

Тривалість контакту до	Приклади стикання з гарячою поверхнею	
	випадково	навмисне
1 с	Дотик до гарячої поверхні та швидке відсмикування після відчуття болю	—
4 с	Дотик до гарячої поверхні та сповільнена реакція	Перемикання перемикача, натискання кнопки
10 с	Падіння на гарячу поверхню з втратою здатності рухатися	Дещо триваліше перемикання перемикача, малий поворот маховика, вентиля тощо
1 хв		Поворот маховика, вентиля тощо
10 хв		Використання елементів керування (важелів, рукояток тощо)
8 год		Постійне використання елементів керування (важелів, рукояток тощо)

ДОДАТОК С  
(інформаційний)

**ЗАХОДИ ЗАХИСТУ**

**С.1 Заходи захисту від опіків**

З урахуванням критеріїв, викладених у розділі 6, окремо чи в комплексі можуть використовуватися такі зазначені нижче заходи. При цьому перевага надається технічним заходам.

**а) Технічні заходи:**

- зниження температури поверхні;
- застосування ізоляції (наприклад, деревом, корком, фіброю);
- застосування захисних пристроїв (екран або огорожа);
- зміна структури поверхні (наприклад, надання шорсткості, нанесення ребер).

**б) Організаційні заходи:**

- застережні символи (сигнали попередження, візуальні та звукові сигнали небезпеки);
- інструктаж, навчання;
- технічна документація, настанови щодо використання.

**с) Заходи індивідуального захисту:**

- застосування засобів індивідуального захисту.

**С.2 Приклади заходів захисту**

**Заходи захисту під час роботи з переносним ручним інструментом, що приводиться в дію двигуном внутрішнього згоряння**

На прикладі переносного ручного інструмента з двигуном внутрішнього згоряння можна продемонструвати різні вимоги, що їх ставлять до інструмента з точки зору заходів захисту від опіків.

У пропонованому для розгляду переносному механічному інструменті є три області, у яких можливо чи навіть необхідно вжити заходи захисту: циліндр із шумоглушником, рукоятки та область між ними.

### **Циліндр із шумоглушником**

Під час згоряння палива в циліндрі значна частина тепла передається до зовнішньої поверхні циліндра, і її необхідно відводити охолоджувальним повітрям. Одночасно із цим крізь шумоглушник проходять відпрацьовані гази, що розігрівають шумоглушник до температур, які перевищують опікові пороги у випадку контакту шкіри з гарячою поверхнею. Заходами захисту від можливості одержання опіків можуть бути: розміщення шумоглушника за межами досягання для оператора та/чи застосування для циліндра і шумоглушника кожухів, що унеможлиблює прямий контакт оператора з гарячою поверхнею.

### **Рукоятки**

Дотик до рукояток здійснюється свідомо. Тому температура поверхні рукояток повинна бути настільки низькою, щоб навіть під час тривалого контакту не відбувалося опіків. Крім того, температура поверхні у цьому випадку повинна бути нижча ніж поріг болю. Для цього необхідне застосування технічних заходів захисту. Такими технічними заходами можуть бути, наприклад, ізоляція рукояток від гарячої машини чи застосування матеріалів із вищими значеннями опікових порогів, таких як пластмаси, дерево тощо (див. 4.2).

### **Сполучена область**

Визначення заходів захисту для сполученої області між рукоятками і гарячим циліндром чи шумоглушником більш складне. Тут з особливою старанністю необхідно розглядати верхню частину гарячих деталей, розміщених проти рукояток. Ризик необережного дотику до цієї верхньої частини більший, ніж ризик дотику до зовнішньої поверхні механізованого інструмента. Одним із таких заходів захисту могло б стати зменшення ймовірності необережного контакту з цією верхньою частиною інструмента. Цього можна досягти або вибором достатньої відстані між рукояткою і верхньою поверхнею гарячих деталей, або використанням захисного кожуха для запобігання можливості необережного дотику. Інші заходи захисту від ризику одержання опіків можуть бути необхідними тоді, коли сам захисний кожух має температури вищі, ніж зазначені в 4.2. У цьому разі захисний кожух повинен бути сконструйованим так, щоб його теплопровідність стала меншою. Цього можна досягти спеціальною обробкою поверхні, наприклад її структуризацією, виготовленням ребер чи нанесенням покриття.

ДОДАТОК D  
(інформаційний)

## ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ СТАНДАРТУ

### D.1 Застосування для оцінювання існуючих машин

#### D.1.1 Проблема

Користуючись машиною, робітники фабрики можуть контактувати з її гарячими поверхнями. Необхідно визначити, який контакт призведе до опіку: випадковий чи свідомий.

#### D.1.2 Метод

**D.1.2.1** Дослідження за допомогою всіляких аналізів і, якщо це можливо, спостережень за поведінням робітника з машиною в процесі роботи за нормальних і екстремальних умов її експлуатації. Це дозволить ідентифікувати ті поверхні, з якими відбувається контакт.

**D.1.2.2** Визначення таких нормальних умов експлуатації, за яких виникають максимальні температури поверхні (тих деталей машин, перегрівання яких не передбачене спеціально при функціонуванні машини).

**D.1.2.3** Використання машини та можливості дістати опіки обговорюються, якщо це можливо, з оператором.

**D.1.2.4** Запуск машини за робочих умов, зазначених у D.1.2.2. Вимірювання температури всіх поверхонь, із якими відбувається контакт, відповідно до 5.2. Під час проведення самих вимірювань повинно гарантуватися дотримання безпеки.

**D.1.2.5** Визначення вимірної чи оціненої тривалості контакту відповідно до D.1.2.1.

#### D.1.3 Результати

Оцінювання температур повинно проводитися окремо для кожної деталі, з якою можливе стикання, порівнянням вимірних значень із значеннями опікових порогів у 4.2. Припустимо, що для скляних дверцят, до яких легко можна ненавмисне доторкнутися, вимірюванням отримано значення температури поверхні 90 °С. Звернення до рисунку 4 показує, що навіть під час контакту впродовж 1 с значення 90 °С знаходиться вище верхньої межі області опікових порогів. Тому контакт шкіри з цією поверхнею з великою часткою ймовірності призведе до опіку.

#### D.1.4 Пояснення

Хоча кожне рішення залежить від цілого ряду супутніх обставин, все ж таки експлуатація цієї машини за зазначених умов повинна розглядатися як неприйнятна. Можливість застосування технічних заходів може бути перевірена з використанням даних, зазначених у 4.2, і настанови, зазначеної в 6.2 і додатку С.

### D.2 Застосування для визначення граничних значень температури поверхні

#### D.2.1 Проблема

Необхідно виготовити нову машину. Для тих поверхонь, нагрівання яких не передбачене спеціально при функціонуванні машини (наприклад, захисні загороди), необхідно визначити граничні значення температури.

#### D.2.2 Метод

**D.2.2.1** Визначення кола осіб, що можуть контактувати з поверхнею. При цьому враховуються як ті особи, що будуть користуватися машиною (наприклад, дорослі), так і ті, які, хоча і не будуть користуватися машиною, однак можуть з нею контактувати (наприклад, дорослі і діти в домашньому господарстві, персонал, що здійснює прибирання приміщень, а також поточне обслуговування і ремонт машини на робочих місцях). Проведення аналізу для встановлення кола осіб, які контактуватимуть із поверхнею, і ймовірності такого контакту.

**D.2.2.2** Ідентифікація матеріалів, із яких складається поверхня (наприклад, гладкий емальований метал).

**D.2.2.3** Оцінка звичайної і максимальної тривалості контакту за допомогою аналізу (наприклад, 4 с).

**D.2.2.4** Вибір прийнятних опікових порогів (для цього прикладу — подано на рисунках 2 і 3b).

На рисунку 2 зазначені опікові пороги для металу без покриття. Для тривалості контакту в 4 с значення опікового порога знаходяться в діапазоні від 58 °С — значення, нижче якого опіку можна не очікувати, і до 64 °С — значення, вище якого можна очікувати появу опіку. На рисунку 3b показано підвищення опікового порога, коли металева поверхня покрита шаром емалі завтовшки 160 мкм. Для тривалості контакту в 4 с таке підвищення становить 2 °С. Тому в цьому прикладі область опікових порогів знаходиться між значеннями температури 60 °С і 66 °С.

### **D.2.3** *Визначення граничного значення температури*

Граничне значення температури поверхні знаходиться в області між 60 °С і 66 °С. «Точне» граничне значення визначають враховуючи взаємодію чинників під час обговорення всіма зацікавленими сторонами. Так, наприклад, для машини, що використовується в побуті, граничне значення температури поверхні може бути визначене в 60 °С, оскільки тут є ризик одержання опіків для дітей і людей похилого віку.

Якщо ж машина використовується в торгівлі чи промисловості, то граничне значення може встановлюватися вищим. Від робітників можна чекати швидшої реакції, а завдяки цьому і меншій тривалості контакту (тобто прийнятний ступінь ризику для них може бути дещо більшим), ніж для дітей. Відповідно до рисунків 2 і 3b для тривалості контакту в 1 с діапазон опікових порогів буде вже знаходитися в межах від 70 до 75 °С. З урахуванням загальної оцінки можливого ризику і наступних розглядів для деяких промислових застосувань може бути визначене граничне значення в 75 °С. Однак необхідно враховувати, що при виборі граничних значень температури у верхній частині області опікових порогів завжди є певний ризик дістати опік шкіри.

ДОДАТОК Е  
(інформаційний)

**ТЕРМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕЯКИХ МАТЕРІАЛІВ**

Таблиця Е.1 — Термічні характеристики деяких матеріалів (узяті з [3])

Матеріал	Тепло- провідність $\frac{W}{m \times K}$	Питома теплоємність $10^3 \times \frac{J}{kg \times K}$	Густина $10^3 \times \frac{kg}{m^3}$	Теплова інерція $10^6 \times \frac{J^2}{s \times m^4 \times K^2}$
Шкіра (середнє значення)	0,545	4,609	0,9	2,28
Вода	0,60	4,19	1,0	2,53
Метали:				
Алюміній	203	0,872	2,71	481
Латунь (середнє значення)	85,5	0,377	8,9	286
Сталь	45,3	0,461	7,8	163
Скло:				
Звичайне скло	0,88	0,670	2,6	1,51
Скло пірек <sup>4)</sup>	1,13	0,838	2,25	2,14
Натрій-боросилікатне скло	1,22	0,838	2,2	1,28
Каменеподібні матеріали:				
Камінь	0,92	0,838	2,3	1,77
Цегла	0,63	0,838	1,7	0,90
Мармур	2,30	0,880	2,7	5,48
Бетон	2,43	0,922	2,47	5,51
Пластмаси (середнє значення):				
abs-смоли	0,18	1,51	1,04	0,21
Фторвуглеці	0,25	0,922	2,13	0,49
Нейлон <sup>5)</sup> 6, 11, 6.6	0,21	2,10	1,11	0,49
Ацетал	0,23	1,47	1,43	0,46
Ацетилцелюлоза	0,26	1,51	1,28	0,49
Полістирол GP	0,12	1,43	1,05	0,18
Поліетилен (середнє значення)	0,32	2,10	0,93	0,61
Фенольні смоли	0,42	1,38	1,25	0,72
Поліпропілен	0,12	1,93	0,9	0,21
Дерево (середнє значення):				
Ясен	0,18	1,72	0,66	0,233
Береза	0,17	1,59	0,71	0,193
Дуб	0,19	1,72	0,70	0,230
Сосна	0,16	1,76	0,60	0,169

<sup>4)</sup> Пірек є прикладом придатної, комерційно доступної продукції. Ця інформація наведена лише для зручності користувачів цього стандарту і ніяк не означає визнання цієї продукції з боку CEN.

<sup>5)</sup> Нейлон є прикладом придатної, комерційно доступної продукції. Ця інформація наведена лише для зручності користувачів цього стандарту і ніяк не означає визнання цієї продукції з боку CEN.

ДОДАТОК F  
(інформаційний)

## БІБЛІОГРАФІЯ

- [1] 89/392/EEC: Council Directive of 14 June 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to machinery, amended by Directive 91/368/EEC
- [2] A.R.Moritz, F.C.Henriques: The relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous Burns. Studies of Thermal Injury II, Am.J.Path., Vol.23,1947, p.659
- [3] Y.C.Wu: Material Properties Criteria for Thermal Safety. Journal of Materials, Vol.7, No. 4, p. 573, 1972
- [4] Y.C.Wu: Control of Thermal Impact for Thermal Safety. AIAA Journal, Vol. 15, No. 5, p. 674, May 1977, American Institute of Aeronautics and Astronautics
- [5] L.A.Marzetta: A Thermesthesiometer — An Instrument for Burn Hazard Measurement. IEEE Transactions on biomedical Engineering, Communications, September 1974  
and  
L.A.Marzetta: Engineering and Construction Manual for an Instrument to Make Burn Hazard Measurement in Consumer Products. NBS Technical Note 816 U.S. Department of Commerce National Bureau of Standards
- [6] H.Siekmann: Bestimmung maximal tollerierbarer Temperaturen bei der Berührung heißer Oberflächen. Die BG (1983) Nr.10, S. 525 – 530  
and  
H.Siekmann: Determination of maximum temperatures that can be tolerated on contact with hot surfaces, Applied Ergonomics 1989, 20, 4, p. 313 – 317
- [7] H.Siekmann: Empfohlene Maximaltemperaturen berührbarer Oberflächen. Die BG (1986) Nr. 8, S. 436 – 438  
and  
H.Siekmann: Recommended maximum temperatures for touchable surfaces, Applied Ergonomics 1990, 21.4, 69 – 73
- [8] H.Manzinger: Temperaturgrenzen für die Verbrennung der Haut — Ultrashall B Scan Untersuchung  
Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Ludwig Maximilians Universität München
- [9] British Standards Institution (BSI): Medical information on human reaction to skin contact with hot surfaces, PD 6504:1983





ДСТУ EN 563–2001

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

---

Безопасность машин

# ТЕМПЕРАТУРЫ ДОСТУПНЫХ ДЛЯ КАСАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Эргономические данные для установления предельных  
значений температуры горячих поверхностей

(EN 563:1994, IDT)

*Издание официальное*

Киев  
ГОССТАНДАРТ УКРАИНЫ  
2001

## ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 ВНЕСЕН Национальным научно-исследовательским институтом дизайна Минобразования и науки Украины и техническим комитетом стандартизации «Дизайн и эргономика» (ТК 121)
- 2 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Госстандарта Украины от 14 сентября 2001 г. № 454
- 3 Стандарт соответствует EN 563:1994 Safety of machinery — Temperatures of touchable surfaces — Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces (Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных значений температуры горячих поверхностей)  
Степень соответствия — идентичный (IDT)  
Перевод с английского (en).
- 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ
- 5 ПЕРЕВОД И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ: **Л. Ремизовский; А. Рубцов; В. Свирко**, канд. психол. наук; **Э. Федоренко**

---

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Украины

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
Национальное введение .....	IV
Введение .....	IV
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	2
3 Определения .....	2
4 Ожоговые пороги .....	3
5 Применение .....	8
6 Пояснения и выводы .....	10
Приложение А (информационное) Результаты научных исследований, положенные в основу стандарта .....	11
Приложение В (обязательное) Примеры длительностей контакта .....	13
Приложение С (информационное) Меры защиты .....	13
Приложение D (информационное) Примеры применения стандарта .....	15
Приложение E (информационное) Термические характеристики некоторых материалов .....	17
Приложение F (информационное) Библиография .....	18

## НАЦИОНАЛЬНОЕ ВВЕДЕНИЕ

Настоящий стандарт является идентичным переводом EN 563:1994 Safety of machinery — Temperatures of touchable surfaces — Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces (Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных значений температуры горячих поверхностей).

Во время переиздания структура стандарта не изменялась и в него не вносились технические отклонения.

Стандарт содержит такие редакционные изменения:

— в «Нормативных ссылках» даны «Национальное пояснение» относительно перевода на украинский язык названий стандартов и «Национальное примечание» относительно действующих стандартов на момент принятия настоящего стандарта;

— изменена нумерация страниц;

— заменено «этот европейский стандарт» на «настоящий стандарт»;

— структурные элементы стандарта «Обложка», «Титульная страница», «Предисловие», «Национальное введение» и «Библиографические данные» оформлены в соответствии с требованиями системы стандартизации Украины. «Национальное пояснение» и «Национальное примечание» выделены в тексте стандарта рамкой;

— заменены обозначения единиц физических величин и физических параметров.

Обозначения в EN 563	s	min	<i>h</i>	µm	$T_s$	$\Delta T_s$
Обозначения в национальном стандарте	с	мин	ч	мкм	$T_n$	$\Delta T_n$

## ВВЕДЕНИЕ

Доступные поверхности машин, которые во время работы машин становятся горячими, являются причиной опасности получения ожога. Соприкосновение с горячими поверхностями может быть как намеренным, например, при пользовании рукояткой машины, так и ненамеренным, если человек находится вблизи машины. Общие принципы проектирования, касающиеся безопасности машин с учетом мер предосторожности от опасностей, включая опасность получения ожога, приведены в стандарте EN 292.

Знание тех факторов и воздействий, которые во время контакта кожи с горячей поверхностью могут привести к ожогам, позволяет оценить риск получения ожога, вызванного прикосновением к горячей поверхности. При этом важнейшими факторами являются:

— температура поверхности;

— материал поверхности;

— продолжительность контакта кожи с поверхностью машины.

Другие факторы, которые также могут иметь место, играют незначительную роль. Этот стандарт содержит в себе данные, позволяющие оценить степень риска получения ожога при контакте с горячей поверхностью. Эти данные могут использоваться и в других стандартах и предписаниях при установлении предельных значений температуры.

Приведенные в этом стандарте данные основаны на результатах научных исследований, характеризующих реакцию кожи человека на контакт с горячей поверхностью.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

---

БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИН  
ТЕМПЕРАТУРЫ ДОСТУПНЫХ ДЛЯ КАСАНИЯ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ

Эргономические данные для установления предельных значений температуры горячих поверхностей

БЕЗПЕЧНІСТЬ МАШИН  
ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХОНЬ, ДОСТУПНИХ ДЛЯ ДОТИКУ

Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь

SAFETY OF MACHINERY  
TEMPERATURES OF TOUCHABLE SURFACES

Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces

---

Дата введения 2002–04–01

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт определяет эргономические требования и принципы их применения при установлении предельных значений температуры горячих поверхностей и при оценке риска получения ожогов.

Настоящий стандарт распространяется в пределах области применения EN 292 на горячие поверхности машин, с которыми соприкасается или к которым может прикоснуться человек при использовании машин в соответствии с назначением.

Настоящий стандарт содержит данные, определяющие, при каких условиях контакт между ничем не защищенной кожей и горячей поверхностью приводит или может привести к ожогам. Эти данные позволяют оценивать риск получения ожогов.

Настоящий стандарт содержит также данные, позволяющие определять предельные значения температуры горячих поверхностей для защиты от ожогов. Эти данные могут использоваться во время разработки стандартов на машины, если для оценки риска нужно знать предельные значения температуры.

Значения, приведенные в этом стандарте, относятся к поверхностям, теплоемкость которых является большей в сравнении с теплоемкостью кожи человека.

Настоящий стандарт не распространяется на те случаи, когда с горячей поверхностью может соприкасаться большой участок кожи (порядка 10 и более процентов поверхности тела). Настоящий стандарт не распространяется также на случай контакта с горячей поверхностью более чем 10 % кожи головы или на контакт, следствием которого являются ожоги жизненно важных областей лица.

**Примечание 1.** В некоторых случаях сам контакт с горячей поверхностью для человека может иметь намного более серьезные последствия, например:

- а) при ожогах, приводящих к сужению дыхательных путей;
  - б) при ожогах больших поверхностей тела (более 10 %), когда потеря жидкости может повлиять на процесс кровообращения;
  - с) при перегреве головы или всего тела, когда даже при отсутствии ожога такой перегрев приводит к недопустимой тепловой нагрузке.
-

Требования настоящего стандарта касаются только здоровой кожи взрослого человека. Настоящий стандарт не содержит данных относительно защиты от боли.

**Примечание 2.** Если ожоговый порог, указанный в этом стандарте, не превышен, то, конечно, никакого риска получения ожогов при соприкосновении кожи с горячей поверхностью нет; однако боль при этом может иметь место. При необходимости защиты кожи от боли рекомендуется использовать соответствующие значения температуры поверхности из других источников (см. приложение А).

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящий стандарт содержит требования из других публикаций с помощью ссылок на эти публикации с указанием и без указания года их издания. Эти нормативные ссылки приведены в соответствующих местах по тексту, а перечень публикаций приведен ниже. При ссылках на публикации с указанием года их издания следующие изменения или следующие редакции этих публикаций действительны для настоящего стандарта только в том случае, если они введены в действие методом изменения или методом подготовки новой редакции. При ссылках на публикации без указания года издания действительно последнее издание приведенной публикации.

EN 292 Part 1:1991	Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology
EN 292 Part 2:1991	Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles and specifications
prEN 614:Part 1	Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles
prEN 1050 <sup>1)</sup>	Safety of machinery — Risk assessment

### НАЦИОНАЛЬНОЕ ПОЯСНЕНИЕ.

EN 292-1:1991	Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы проектирования. Часть 1. Основная терминология, методология
EN 292-2:1991	Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы проектирования. Часть 2. Технические принципы и технические условия
prEN 614-1	Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 1. Терминология и основные принципы
prEN 1050 <sup>1)</sup>	Безопасность машин. Оценка риска

**Национальное примечание.** В настоящее время действуют стандарты: EN 292-1:1991; EN 292-2:1991; EN 614-1:1995; EN 1050:1996.

## 3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применены следующие определения:

### 3.1 температура поверхности (surface temperature) ( $T_n$ )

Температура поверхности, измеряемая в градусах Цельсия.

### 3.2 длительность контакта (contact period) ( $t$ )

Время, на протяжении которого происходит соприкосновение с поверхностью.

### 3.3 тепловая инерция (thermal inertia)

Произведение плотности, теплопроводности и удельной теплоемкости материала.

### 3.4 свойства поверхности материала (material properties of the surface)

Химический/физический состав материала, а также характеристика (шероховатая, гладкая) и форма поверхности.

### 3.5 классификация ожогов (burn classification)

По тяжести ожоги разделяют на три степени:

#### а) поверхностный местный ожог (superficial partial thickness burn)

Все, кроме сильных, поверхностные ожоги, в результате которых эпидермис целиком разрушается, но волосяные фолликулы, сальные и потовые железы остаются при этом неповрежденными;

<sup>1)</sup> Проект стандарта разработан CEN/TC 114/WG 14.

**б) глубокий местный ожог (deep partial thickness burn)**

Разрушается значительная часть кожи, а также все сальные железы, и только глубоко расположенные волосные фолликулы или сальные железы сохраняются;

**с) сплошной ожог (whole thickness burn)**

Разрушается весь кожный покров, и элементы эпителия не сохраняются.

**3.6 ожоговый порог (burn threshold)**

Температура поверхности, определяющая границу между отсутствием ожога и поверхностным местным ожогом в результате контакта кожи с горячей поверхностью на протяжении определенного времени.

**4 ОЖОГОВЫЕ ПОРОГИ****4.1 Общие сведения**

В этом разделе приведены значения температуры поверхности для ожоговых порогов. Оценить риск получения ожога возможно путем измерения температуры поверхности и сравнения ее со значениями, приведенными в 4.2. Ожоговые пороги, приведенные в 4.2, могут использоваться и для определения предельных значений температуры поверхности машин для защиты от ожогов.

**Примечание.** Появление ожога зависит от температуры кожи и от времени, в течение которого температура кожи повышается. Взаимосвязь между температурой кожи, длительностью ее повышения и появлением ожога была в свое время предметом научных исследований и теперь известна (см. приложение А). Но на практике невозможно простыми средствами измерить температуру кожи в процессе ее контакта с горячей поверхностью машины. Поэтому в этом стандарте устанавливаются не значения температуры кожи, а значения температуры горячих поверхностей машины, которые во время контакта с кожей приводят к ожогу (ожоговый порог). Температура поверхности машины может легко измеряться соответствующими средствами измерений.

Температуры, которые во время контакта кожи с горячей поверхностью приводят к ожогам, зависят от материала поверхности и от длительности контакта кожи с поверхностью. На рисунке 1 показана эта зависимость. Зависимость приведена для разных групп материалов, имеющих аналогичные характеристики теплопроводности, а потому и аналогичные ожоговые пороги.

Точка на кривой при определенной длительности контакта дает температуру, лежащую на границе отсутствия повреждения и начала поверхностного ожога при контакте кожи с горячей поверхностью. Значения температуры поверхности ниже кривой в общем случае означают отсутствие ожога. Над кривой приведены значения температуры поверхности, вызывающие ожог кожи (см. также приложение А).

Рисунок 1 предназначен для лучшего понимания взаимосвязи и не дает точных значений ожоговых порогов. Точные значения ожоговых порогов можно определить по рисункам 2–6 и таблице 1.

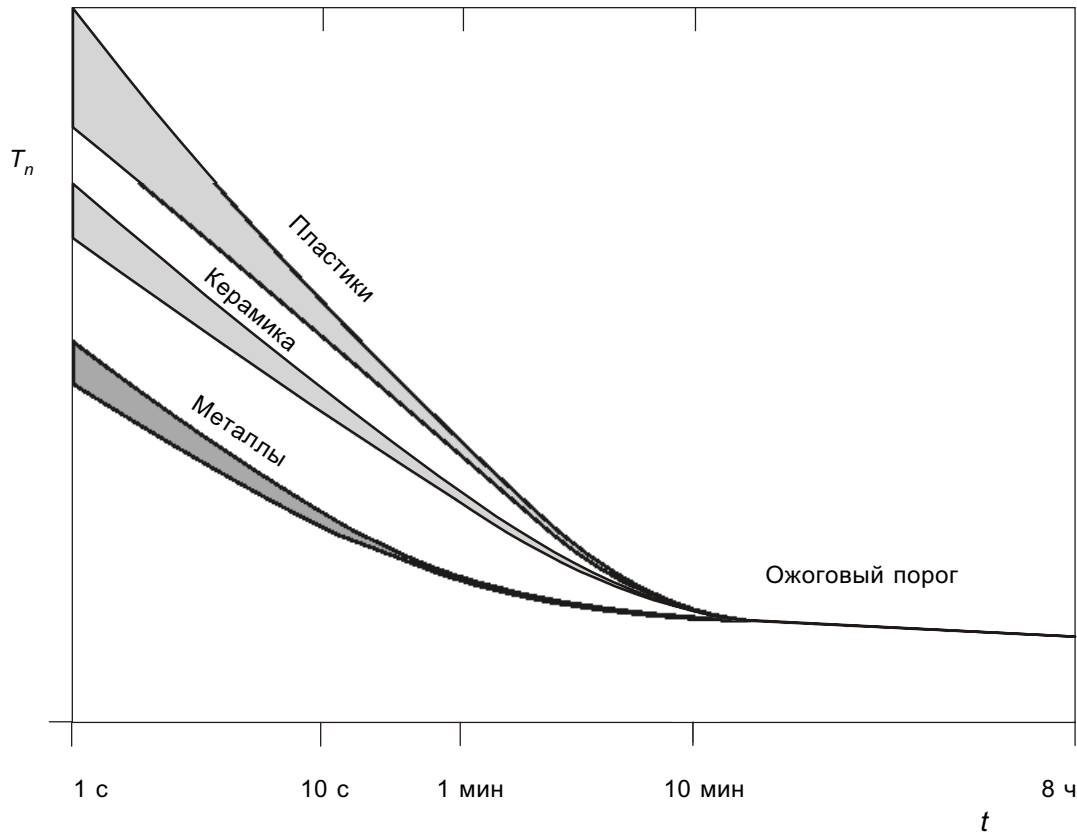
Для непродолжительных касаний ожоговые пороги на рисунке 1 и на более точных графиках 2–6 изображены не линиями, а в виде областей. Это поясняется тем, что для непродолжительных контактов знания температурной границы между отсутствием ожога кожи и началом ожога недостаточно. Ожоговый порог зависит от нескольких факторов: толщины кожи в месте прикосновения, влажности поверхности кожи (пота), загрязнения кожи (например, жиром), силы прижимания, различия характеристик теплопроводности материалов, отнесенных к одной группе, неточности во время научного определения ожоговых порогов (см. приложение А). Но влияние этих факторов незначительно в сравнении с влиянием различия теплопроводности разных групп материалов.

Неопределенность значений для продолжительных контактов меньше, чем для непродолжительных. Поэтому для продолжительных контактов установлены точные значения ожогового порога. Для продолжительных контактов также исчезает разница значений для разных групп материалов.

**4.2 Значения ожоговых порогов****4.2.1 Ожоговые пороги при длительности контакта менее 1 с**

Точных данных для ожогов при длительности контакта менее 1 с нет. Из графиков, приведенных на рисунках 2–6, невозможно определить значения ожогового порога при длительности контакта менее 1 с.

**Примечание.** Использование стандарта для очень маленьких длительностей контакта рассмотрено в 5.3.2.



**Рисунок 1** — График взаимосвязи между ожоговым порогом и длительностью контакта при соприкосновении кожи с горячей поверхностью

#### 4.2.2 Ожоговые пороги при длительности контакта от 1 до 10 с

##### 4.2.2.1 Общие сведения

Для непродолжительных касаний (длительность контакта от 1 до 10 с) области ожоговых порогов задаются не числами, а графически, в зависимости от длительности контакта. Ожоговые пороги материалов с аналогичными характеристиками теплопроводности объединены в одну область.

##### 4.2.2.2 Металлы без покрытия

Ожоговые пороги, приведенные на рисунке 2, относятся к гладким поверхностям из металла без покрытия. Для шершавых металлических поверхностей значения могут быть выше значений для аналогичных гладких поверхностей, но не больше, чем на 2 °С (над верхней границей указанной на рисунке области ожоговых порогов).

##### 4.2.2.3 Металлы с покрытием

Влияние покрытия металлической поверхности на ожоговый порог изображено на рисунках 3а и 3б. Значения представлены в виде превышения температуры поверхности металлов с покрытием над значением ожогового порога для металлов без покрытия. Для получения собственно значения ожогового порога для металлов с покрытием необходимо определить значения превышения температуры  $\Delta T_n$  из рисунков 3а или 3б и прибавить к значению ожогового порога для металлов без покрытия  $T_n$ , взятого из рисунка 2.

##### 4.2.2.4 Керамика, стекло- и камневидные материалы

Область ожоговых порогов для керамики, стеклокерамики, стекла, фарфора и камневидных материалов (мрамор, бетон) приведена на рисунке 4.

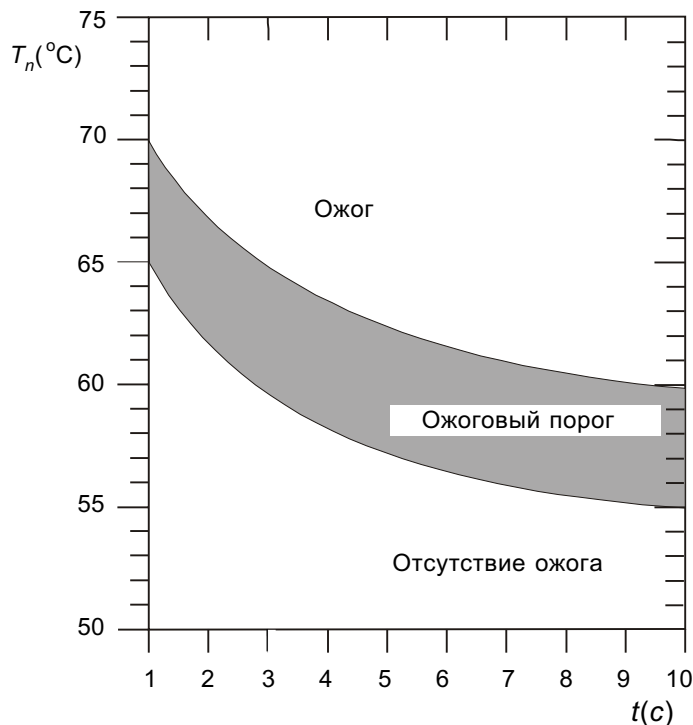
Значения ожоговых порогов для мрамора и бетона находятся на нижней границе этой области. Аналогичные значения для стекла находятся на верхней границе области.

##### 4.2.2.5 Пластмассы

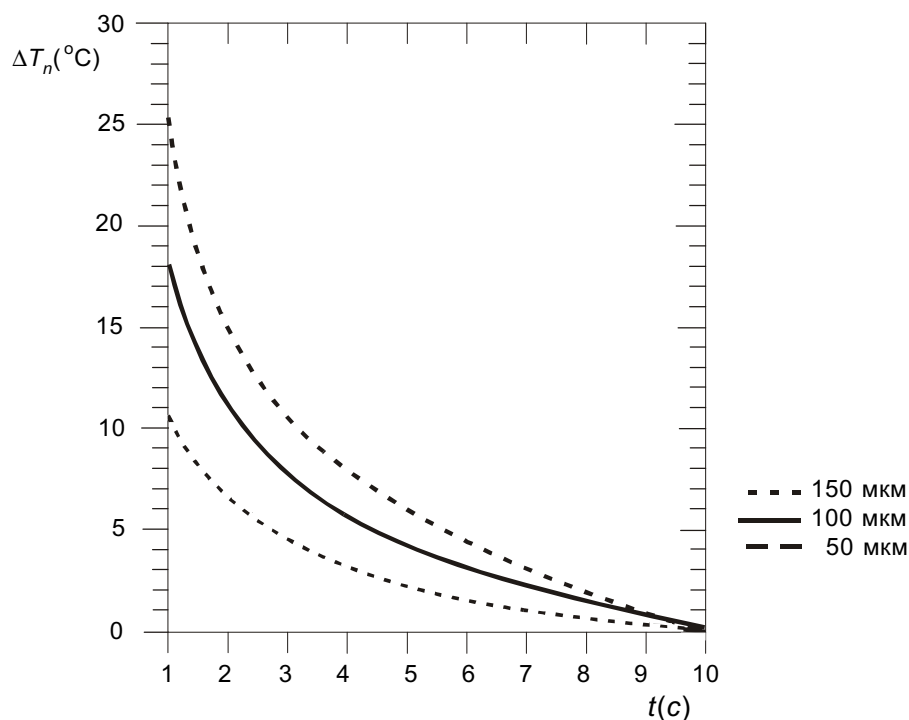
Область ожоговых порогов для пластмасс (полиамид, акрил-стекло, политетрафторэтилен, дуропласт) представлена на рисунке 5.



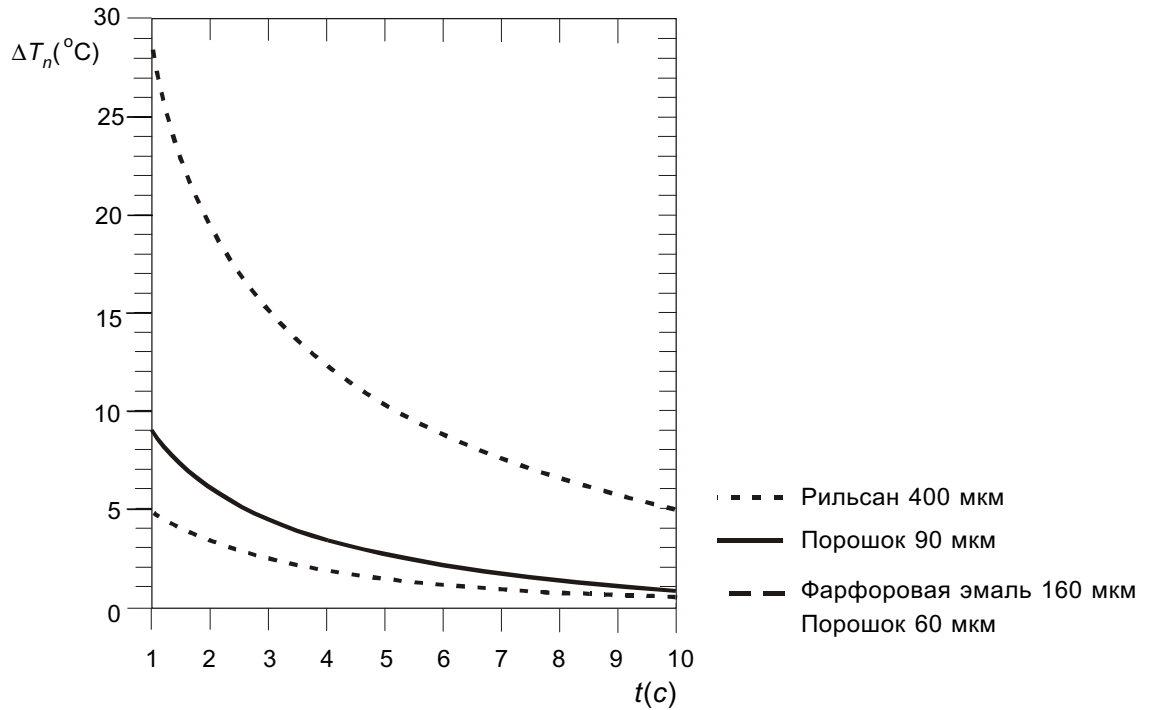
**Примечание.** Пластмассы имеют, в зависимости от их химического состава, значительно отличающиеся значения теплопроводности. Область ожоговых порогов, соответствующая большинству пластмасс, представлена на рисунке 5. Однако для тех пластмасс, которые имеют характеристики теплопроводности, значительно отличающиеся от характеристик теплопроводности материалов, указанных в 4.2.2.5, ожоговые пороги, приведенные на рисунке 5, использовать нельзя. Для этих материалов значения ожоговых порогов необходимо рассчитывать, оценивать или измерять, как это указано в приложении А.



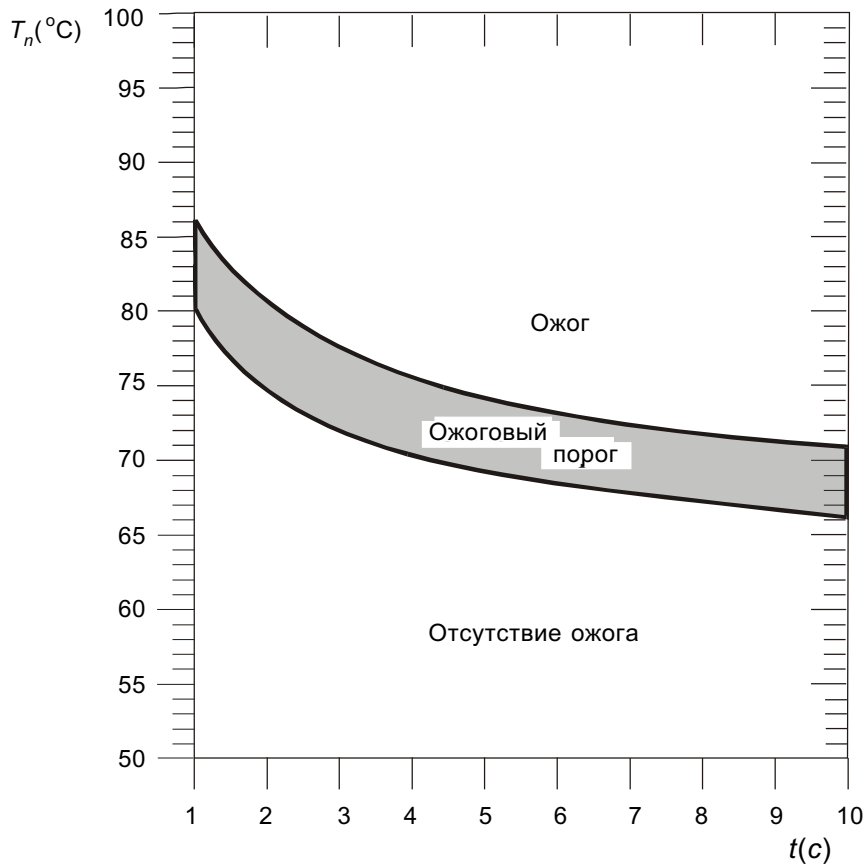
**Рисунок 2** — Область ожоговых порогов для случая контакта кожи с горячей гладкой поверхностью из металла без покрытия



**Рисунок 3а** — Превышение значений в области ожоговых порогов с рисунка 2 для металлов, покрытых лаком с толщиной слоя 50 мкм, 100 мкм и 150 мкм



**Рисунок 3б** — Превышение значений в области ожоговых порогов с рисунка 2 для металлов, покрытых рильсаном<sup>2)</sup> (толщина слоя 400 мкм), порошком (60 мкм и 90 мкм) и фарфоровой эмалью (160 мкм)



**Рисунок 4** — Область ожоговых порогов для случая контакта кожи с горячей гладкой поверхностью из керамических, стекло- и камневидных материалов

<sup>2)</sup> Рильсан служит примером пригодной, коммерчески доступной продукции. Эта информация приведена лишь для удобства пользователей настоящего стандарта и никак не означает признания этой продукции со стороны CEN.

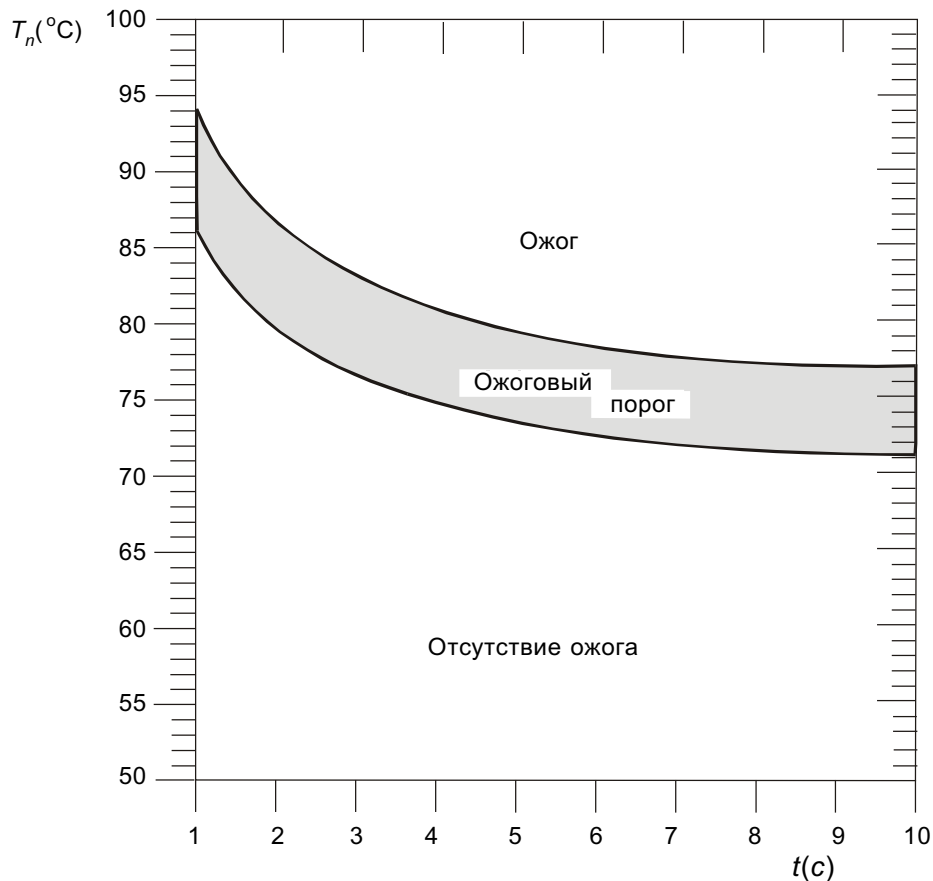


Рисунок 5 — Область ожоговых порогов для случая контакта кожи с горячей гладкой поверхностью из пластмассы

#### 4.2.2.6 Дерево

Область ожоговых порогов для дерева представлена на рисунке 6.

Для мягкого, сухого дерева значения находятся на верхней границе области. Для твердого, влажного дерева — наоборот, на нижней границе области.

#### 4.2.3 Ожоговые пороги при длительности контакта от 1 минуты и более

В таблице 1 приведены значения ожоговых порогов для случаев соприкосновения с поверхностью при длительности контакта от 1 минуты и более.

Таблица 1

Материал	Ожоговые пороги $T_n$ для длительностей контакта:		
	1 мин, °C	10 мин, °C	8 ч и более, °C
Металлы без покрытия	51	48	43
Металлы с покрытием	51	48	43
Керамика, стекло- и камневидные материалы	56	48	43
Пластмассы	60	48	43
Дерево	60	48	43

**Примечание.** Значение 51 °C для длительности контакта 1 мин также применяют для других, не указанных в таблице материалов с высокой теплопроводностью.

Значение 43 °C для всех материалов при длительности контакта 8 ч и более справедливо лишь в тех случаях, когда с горячей поверхностью соприкасается небольшая часть тела (менее 10 % кожного покрова тела) или головы (менее 10 % кожного покрова головы). Если же поверхность касания не локальная или горячая поверхность соприкасается с жизненно важными частями лица (например, с дыхательными путями), то серьезные повреждения могут возникать в тех случаях, когда температура поверхности не превышает 43 °C.

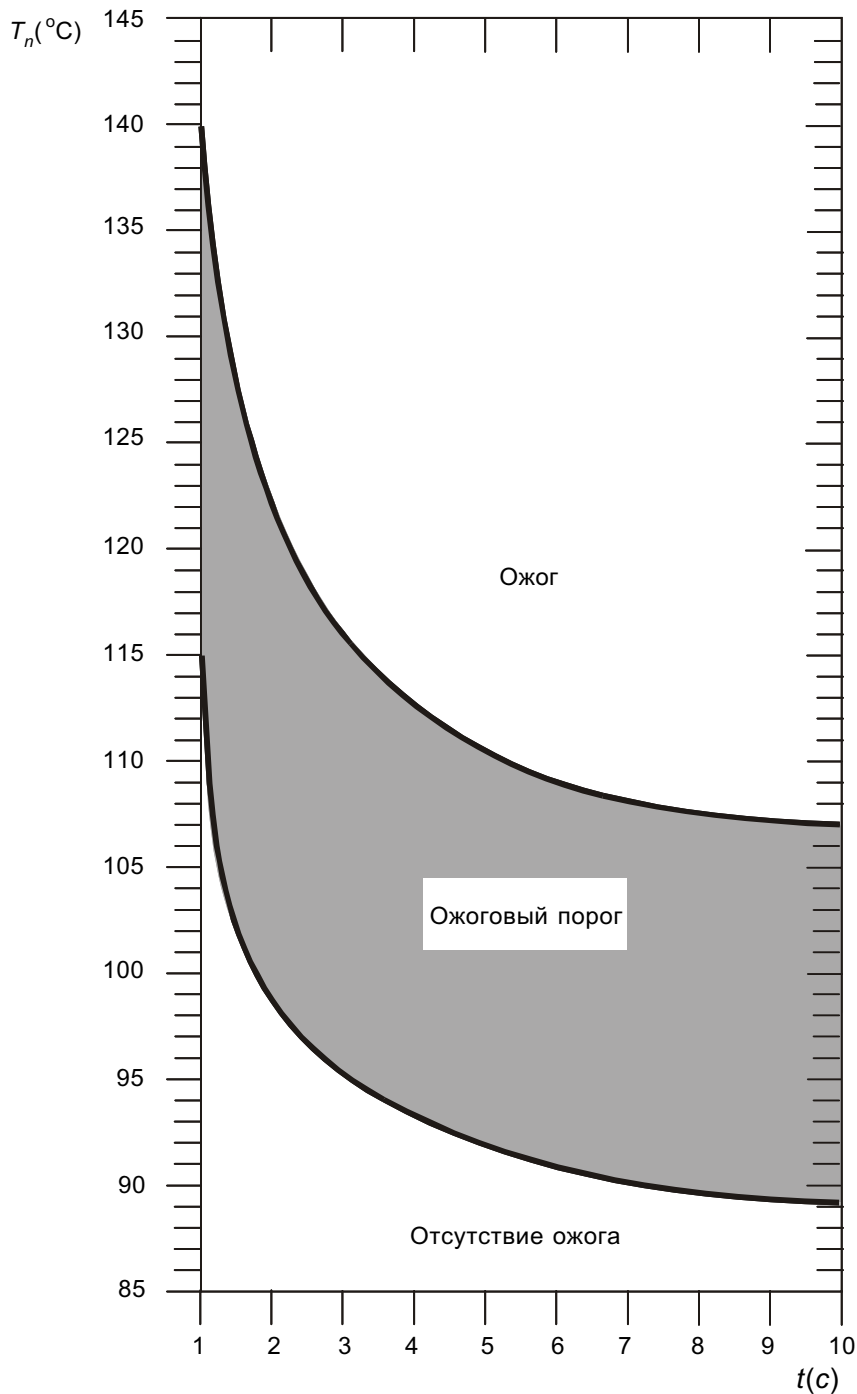


Рисунок 6 — Область ожоговых порогов в случае контакта кожи с горячей гладкой поверхностью из дерева

## 5 ПРИМЕНЕНИЕ

### 5.1 Общие требования

Для оценки риска получения ожога при контакте кожи с горячей поверхностью машины измеряется температура машины в соответствии с 5.2. Затем по данному стандарту определяют значения ожогового порога. При этом необходимо учитывать свойства материала поверхности и предсказываемую длительность контакта. В 5.3 приведена процедура выбора соответствующего значения ожогового порога. Сравнение измеренной температуры поверхности с ожоговым порогом, как это указано в 5.4, дает ответ на вопрос о том, есть ли риск получения ожога.

Для нормирования в стандартах типа С предельных значений температуры поверхности для защиты от ожогов эти значения могут выбираться в соответствии с 5.3.

## 5.2 Измерения

### 5.2.1 Процедура измерений

Температуру поверхности измеряют в том месте или в тех местах машины, в котором или в которых может произойти соприкосновение с кожей.

Измерения следует проводить при нормальном режиме работы машины. При этом должна быть определена максимальная температура поверхности, которая достигается в конце периода нормального режима работы.

**Примечание.** При измерении температуры поверхности необходимо следить за обеспечением хорошего контакта датчика с поверхностью. Для этого необходимо соответствующее прижатие и использование теплопроводной пасты. Контактная поверхность датчика должна прилегать к контролируемой поверхности по плоскости и не иметь перекосов. Для считывания измеренного значения необходимо выждать, пока не произойдет полное выравнивание температуры поверхности и датчика, а температура не перестанет изменяться. Для более быстрого выравнивания температуры полезным может оказаться подогрев датчика измерительного устройства перед измерением в любой точке горячей поверхности.

### 5.2.2 Измерительный прибор

Для измерения температуры поверхности следует использовать электрический термометр с контактным датчиком из металла небольшой теплоемкости. Погрешность измерения прибора должна быть не больше  $\pm 1^\circ$  в области температур до  $50^\circ\text{C}$  и не больше  $\pm 2^\circ\text{C}$  — в области температур свыше  $50^\circ\text{C}$ .

**Примечание.** Данные, приведенные в этом стандарте, получены с помощью вышеупомянутого измерительного прибора; значения температуры поверхности, измеренные другим прибором, не могут сравниваться с этими данными.

## 5.3 Выбор используемого ожогового порога

### 5.3.1 Общие требования

Для выбора используемого значения ожогового порога следует действовать в соответствии с 5.3.2 и 5.3.3.

### 5.3.2 Определение длительности контакта

Необходимо различать, произошло ли прикосновение случайно, или же оно было преднамеренным, — например, для того, чтобы коснуться органа управления.

При случайном прикосновении следует использовать минимальную длительность контакта — 1 с. Если же предполагается замедленная реакция (например, если работа проводится при условиях, ограничивающих свободу передвижения, если работающий преклонного возраста или инвалид), то необходимо выбирать большую длительность контакта, — для таких случаев предполагается 4 с (см. приложение В).

Для случаев преднамеренного прикосновения к горячей поверхности максимальная длительность касания должна или измеряться, или оцениваться. Затем это время берется за основу как фактическая длительность контакта. При этом преимущество предоставляется измерению максимальной длительности соприкосновения. Если же максимальная длительность соприкосновения не может быть измерена, то следует выбрать соответствующую длительность контакта по таблице В.1. Длительность контакта для преднамеренного прикосновения к горячей поверхности не может выбираться меньше 4 с.

### 5.3.3 Выбор значения ожогового порога

С помощью установленной длительности контакта по рисункам 2–6 выбирают значение ожогового порога для длительности контакта от 1 до 10 с и по таблице 1 — значение ожогового порога для длительности контакта от 1 мин и более.

Для длительности контакта от 10 с до 1 мин значение ожогового порога можно определять методом интерполяции значений ожогового порога для конкретного материала, приведенных на рисунках 2–6 для 10 с (см. 4.2.2), и значений, приведенных в таблице 1, для 1 мин (см. 4.2.3).

Для длительностей контакта более 1 мин, находящихся между периодами времени, приведенными в таблице 1, значение ожогового порога можно также определять методом интерполяции значений ожоговых порогов, установленных для ближайшего более короткого и следующего более длительного контакта.

Для установления предельных значений температуры рекомендуется действовать таким образом. Внутри области ожоговых порогов для группы материалов на рисунках 2 – 6 рекомендуется выбирать значение возле нижней границы области, если вероятность соприкосновения с горячей поверхностью большая, и значение возле верхней границы области, если вероятность соприкосновения небольшая.

Материалы, не приведенные на рисунках 2–6 и в таблице 1, в некоторых случаях могут оцениваться по их теплопроводности. Тепловая инерция (см. приложения А и Е) соответствующего материала должна сравниваться со значениями тепловой инерции таких групп материалов: металлы, керамические и стекловидные материалы, пластмассы или дерево. Тогда за основу для соответствующего материала может быть положен ожоговый порог группы веществ, имеющих такую же тепловую инерцию. Предпосылкой для этого является то, что порядок величины тепловой инерции для рассматриваемого материала может с достаточной точностью измеряться или оцениваться в сравнении с тепловыми инерциями указанных в этом стандарте групп материалов. Если же даже порядок величины тепловой инерции рассматриваемого материала неизвестен, то значения ожогового порога по этому стандарту получить нельзя. Это, в частности, может касаться некоторых пластмасс (например, стиропор<sup>3)</sup>), теплопроводность которых может значительно отличаться от теплопроводности пластмасс, указанных в 4.2.

#### 5.4 Сравнение

Если значение температуры поверхности, измеренное в соответствии с 5.2, находится выше ожогового порога, выбранного в соответствии с 5.3, то при соприкосновении кожи с горячей поверхностью следует ожидать ее повреждения. Если же измеренная температура поверхности находится ниже ожогового порога, то повреждения кожи происходить не должно.

Если измеренная температура поверхности находится внутри области, представленной на рисунках 2–6, то повреждение кожи может быть, а может и не быть. Это соответствует неточности, с которой определялось значение ожогового порога.

## 6 ПОЯСНЕНИЯ И ВЫВОДЫ

### 6.1 Значение температуры поверхности ниже значения ожогового порога

Если измеренное значение температуры поверхности находится ниже значения ожогового порога, то в общем случае необходимости применения мер защиты от ожогов нет.

**Примечание.** Однако порог боли может быть превышен и тогда, когда значение температуры ниже значения ожогового порога. Вспомогательный материал по установлению приблизительного значения болевого порога и применению соответствующих мер защиты приведен в приложениях А и С.

### 6.2 Значение температуры поверхности выше или равно значению ожогового порога

Если измеренное значение температуры поверхности выше или равно значению ожогового порога, то при соприкосновении кожи с горячей поверхностью возникает риск получения ожога.

Если вследствие этого становится необходимым принятие соответствующих мер защиты, то эти меры в каждом конкретном случае зависят от рабочих условий и не могут быть установлены настоящим стандартом. Однако возможны следующие рекомендации.

Меры защиты от ожогов тем более важны, чем:

- выше значение температуры поверхности относительно значения ожогового порога;
- дольше температура поверхности превышает ожоговый порог;
- меньше известно о риске получения ожога тому, кто его может получить (например, детям);

<sup>3)</sup> Стиропор служит примером пригодной коммерчески доступной продукции. Эта информация приведена лишь для удобства пользователей этого стандарта и никак не означает признания этой продукции со стороны CEN.

- меньше вероятность ответной реакции;
- легче доступ к горячей поверхности;
- выше риск соприкосновения при использовании машины по назначению;
- чаще может происходить соприкосновение;
- меньшими знаниями о безопасной работе с машиной, имеющей горячие поверхности, владеет пользователь.

Этот перечень является неполным, и каждую ситуацию необходимо оценивать с учетом сопутствующих обстоятельств.

Во многих случаях, в соответствии с назначением, поверхности машин должны иметь высокие температуры и в то же время быть доступными (например, нагревающиеся валки). В таких случаях снижение температуры поверхности не может служить мерой защиты. Если есть возможность применения технических мер защиты, то таким мерам следует предоставлять преимущество по сравнению с применением средств индивидуальной защиты. Примеры некоторых мер защиты приведены в приложении С.

Применяемые меры защиты в зависимости от конкретных случаев разные. При этом должны учитываться все сопутствующие обстоятельства, а также приведенные выше рекомендации. В стандартах на конкретные машины, в случае необходимости, следует отмечать и все меры защиты от ожогов.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ А (информационное)

### РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОЛОЖЕННЫЕ В ОСНОВУ СТАНДАРТА

Значения ожоговых порогов, приведенные в 4.2, основаны на результатах научных исследований различных научных групп. **Moritz** и **Henriques** свои исследования проводили на коже свиней, которая очень похожа на кожу человека [2]. В своих экспериментах они исследовали те значения температуры кожи, которые приводят к появлению ожогов. Ожог кожи зависит от температуры ее поверхности и от времени, в течение которого кожа подвергается действию этой температуры. В результате своих исследований для каждой длительности контакта с высокими температурами **Moritz** и **Henriques** нашли по два предельных значения температуры для поверхности кожи. При этом нижнее значение означает границу между отсутствием каких-либо повреждений кожи и началом ее обратимого повреждения. Верхнее значение означает границу между появлением обратимого и необратимого повреждений, последнее из которых уже не может быть вылечено и приводит к полному разрушению кожи (сплошной глубокий ожог).

**Wu** теоретически исследовал тепловой поток от горячего предмета к коже при их соприкосновении [3, 4]. В результате этих исследований он вывел формулы для расчета температур на поверхности кожи и внутри нее. При этом, используя значения ожоговых порогов, которые установили **Moritz** и **Henriques**, в некоторых случаях возможно рассчитать и температуру поверхности горячих предметов, причиняющих ожог кожи при соприкосновении с ними.

**Marzetta** разработал прибор, который называется «термостезиометр», измеряющий температуру, возникающую на поверхности кожи при ее контакте с горячим предметом [5].

**Siekmann** использовал термостезиометр для определения температуры горячих поверхностей, вызывающих ожог кожи при соприкосновении с ними [7]. При этом температуру горячей поверхности он изменял до тех пор, пока термостезиометр не начинал показывать значения температуры, находящейся именно на нижней границе раздела между отсутствием каких-либо повреждений кожи и началом ее обратимого повреждения, определенной **Moritz** и **Henriques** [2]. Затем он измерял температуру поверхности уже обычным измерительным прибором. Такие измерения были выполнены для поверхностей из разных материалов и для разных длительностей контакта.

**Bauer** и **Manzinger** свои эксперименты проводили на крысах и свиньях [8]. Для разных материалов им удалось установить температуры, которые при контакте кожи животных с соответствующей горячей поверхностью приводили к появлению ожогов разной степени и глубины. Хотя выбранные интервалы для изменения температуры были относительно велики, полученные ими результаты соответствуют результатам **Siekmann**.

Значения температуры поверхности объекта для начала ожога, полученные **Siekmann**, при непродолжительных контактах с металлами с точностью от 2 до 3 °С согласуются со значениями, рассчитанными по формулам **Wu** [7]. При контактах с другими материалами, имеющими меньшую теплопроводность, измеренные и рассчитанные значения согласуются, но не в такой степени, как в случае с металлами. При контакте с материалами, имеющими очень низкую теплопроводность, рассчитанные значения, как правило, выше измеренных. Для таких материалов расчет, очевидно, не дает правильных результатов.

Значения ожоговых порогов, приведенные в настоящем стандарте, основаны на экспериментальных результатах, которые получили **Siekmann** [7] — для кратковременных контактов и **Moritz** и **Henriques** [2] — для продолжительных контактов. Значения ожоговых порогов, особенно при кратковременных контактах, имеют некоторую неопределенность. Эта неопределенность связана с:

- неодинаковостью усилий, с которыми происходит контакт;
- влажностью или сухостью кожи;
- неточностью при научном определении ожогового порога;
- объединением в одну группу материалов с несколько отличающимися значениями теплопроводности для упрощения применения стандарта.

Указанные факторы приводят к некоторой неточности при определении ожогового порога. С учетом этой неточности ожоговые пороги на рисунках 2–6 изображены не линиями, а в виде областей. Однако все указанные факторы играют небольшую роль в сравнении с разницей теплопроводности. Поэтому эти области относительно узкие в сравнении с разницей ожоговых порогов для разных групп материалов. Размеры ожоговых порогов для продолжительных контактов определены более точно. Поэтому для этих случаев в настоящем стандарте приведены точные значения.

Поскольку в стандарте рассматриваются лишь поверхности машин, то ожоговые пороги для воды в основной части стандарта не приведены. Однако, если это необходимо, то ожоговые пороги для случая соприкосновения кожи с водой определяют по нижней границе области ожоговых порогов для неизолированных металлов (рисунок 2) и по значениям для металлов без покрытия, приведенным в таблице 1.

Для материалов, которых нет ни на рисунках, ни в таблице 1, значения ожогового порога в некоторых случаях можно получить по 5.3.3. Это возможно, если теплопроводность рассматриваемого материала известна. При этом важнейшей величиной является тепловая инерция, то есть произведение плотности, теплопроводности и удельной теплоемкости [4]. Тепловую инерцию можно определить по таблицам (например, в приложении E) или измерить. Если же тепловая инерция определенного материала значительно отличается от тепловой инерции указанных в 5.3.3 групп материалов, то значение ожогового порога для такого материала по настоящему стандарту определить нельзя. В таких случаях для определения ожогового порога рекомендуется использовать термостезиометр и метод, указанный в [6] и [7].

В настоящем стандарте рассматриваются лишь значения температуры для ожоговых порогов. Однако, в некоторых случаях определенный интерес представляют и пороги боли, например, если контакт горячей поверхности с кожей предполагается заранее. В таких случаях значения для порогов боли могут быть взяты из [9].



ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(обязательное)

**ПРИМЕРЫ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ КОНТАКТА**

Для оценки длительности контакта кожи с горячей поверхностью используют значения, приведенные в таблице В.1

Таблица В.1

Длительность контакта до	Примеры соприкосновения с горячей поверхностью	
	случайно	преднамеренно
1 с	Прикасание к горячей поверхности и быстрое отдергивание вследствие ощущения боли	—
4 с	Прикасание к горячей поверхности и замедленная реакция	Переключение переключателя, нажатие кнопки
10 с	Падение на горячую поверхность с утратой способности двигаться	Несколько более длительное переключение переключателя, небольшой поворот маховика, вентиля и т. д.
1 мин		Поворот маховика, вентиля и т. д.
10 мин		Использование элементов управления (рычагов, рукояток и т. д.)
8 ч		Постоянное использование элементов управления (рычагов, рукояток и т. д.)

ПРИЛОЖЕНИЕ С  
(информационное)

**МЕРЫ ЗАЩИТЫ**

**С.1 Меры защиты от ожогов**

С учетом критериев, изложенных в разделе 6, в отдельности или в комплексе могут использоваться указанные ниже меры. При этом преимущество предоставляется техническим мерам.

**а) Технические меры:**

- снижение температуры поверхности;
- применение изоляции (например, деревом, пробкой, фиброй);
- применение защитных устройств (экран или ограждение);
- изменение структуры поверхности (например, придание шероховатости, нанесение ребер).

**б) Организационные мероприятия:**

- предупреждающие символы (сигналы предупреждения, визуальные и звуковые сигналы опасности);
- инструктаж, обучение;
- техническая документация, руководство по использованию.

**с) Меры индивидуальной защиты:**

- применение средств индивидуальной защиты.

## **С.2 Примеры мер защиты**

### **Меры защиты при работе с переносным ручным инструментом, приводимым в действие двигателем внутреннего сгорания**

На примере переносного ручного инструмента с двигателем внутреннего сгорания можно продемонстрировать различные требования, предъявляемые к инструменту с точки зрения мер защиты от ожогов. В предлагаемом для рассмотрения переносном механическом инструменте есть три области, в которых возможно или даже необходимо принятие мер защиты: цилиндр с шумоглушителем, рукоятки и область между ними.

#### **Цилиндр с шумоглушителем**

При сгорании топлива в цилиндре значительная часть тепла передается к внешней поверхности цилиндра, и ее необходимо отводить охлаждающим воздухом. Одновременно с этим сквозь шумоглушитель проходят отработанные газы, которые разогревают шумоглушитель до температур, превышающих ожоговые пороги в случае соприкосновения кожи с горячей поверхностью. Мерами защиты от возможности получения ожогов могут быть: соответствующее размещение шумоглушителя за пределами достижимости для оператора и/или применение для цилиндра и шумоглушителя кожуха, исключающего возможность прямого контакта оператора с горячей поверхностью.

#### **Рукоятки**

Прикосновение к рукояткам осуществляется сознательно. Поэтому температура поверхности рукояток должна быть настолько низкой, чтобы даже во время длительного контакта не происходило ожогов. Кроме того, температура поверхности в этом случае должна быть ниже болевого порога. Для этого необходимо применение технических мер защиты. Такими техническими мерами могут быть, например, изоляция рукояток от горячей машины или применение материалов с более высокими значениями ожоговых порогов, таких как пластмассы, дерево и т. п. (см. 4.2).

#### **Сопряженная область**

Определение мер защиты для сопряженной области между рукоятками и горячим цилиндром или шумоглушителем более сложное. Здесь с особой тщательностью следует рассматривать верхнюю часть горячих деталей, размещенных напротив рукояток. Риск неосторожного прикосновения к этой верхней части больший, чем риск прикосновения к внешней поверхности механизированного инструмента. Одним из таких мероприятий защиты могло бы стать уменьшение вероятности неосторожного контакта с этой верхней частью инструмента. Этого можно достичь или выбором достаточного расстояния между рукояткой и верхней поверхностью горячих деталей, или использованием защитного кожуха для предотвращения возможности неосторожного прикосновения. Другие меры защиты от риска получения ожогов могут быть необходимыми тогда, когда сам защитный кожух имеет температуры более высокие, чем указанные в 4.2. В этом случае защитный кожух должен быть сконструирован так, чтобы его теплопроводность уменьшилась. Этого можно достичь специальной обработкой поверхности, например ее структуризацией, изготовлением ребер или нанесением покрытия.

ПРИЛОЖЕНИЕ D  
(информационное)**ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТА****D.1 Применение для оценки существующих машин****D.1.1 Проблема**

Используя машину, рабочие фабрики могут соприкоснуться с ее горячими поверхностями. Необходимо определить, какой контакт приведет к ожогу: случайный или сознательный.

**D.1.2 Метод**

**D.1.2.1** Исследование путем различных анализов и, если это возможно, путем наблюдений за обращением рабочего с машиной в процессе работы при нормальных и экстремальных условиях ее эксплуатации. Это позволит идентифицировать те поверхности, с которыми происходит соприкосновение.

**D.1.2.2** Определение таких нормальных условий эксплуатации, при которых возникают максимальные температуры поверхности (тех деталей машины, перегрев которых не предусмотрен специально при ее функционировании).

**D.1.2.3** Использование машины и возможности получения ожогов обсуждаются, если это возможно, с оператором.

**D.1.2.4** Запуск машины при рабочих условиях, указанных в D.1.2.2. Измерение температуры для всех поверхностей, с которыми происходит соприкосновение, в соответствии с 5.2. Во время проведения самих измерений должно гарантироваться соблюдение безопасности.

**D.1.2.5** Определение измеренной или оцененной длительности контакта в соответствии с D.1.2.1.

**D.1.3 Результаты**

Оценка температур должна проводиться отдельно для каждой детали, с которой возможно соприкосновение, сравнением измеренных значений со значениями ожоговых порогов в 4.2. Допустим, что для стеклянной дверцы, к которой можно притронуться непреднамеренно, измерением получено значение температуры поверхности 90 °С. Обращение к рисунку 4 показывает, что даже во время прикосновения в течение 1 с значение 90 °С находится выше верхней границы области ожоговых порогов. Поэтому соприкосновение кожи с этой поверхностью с большой долей вероятности приведет к ожогу.

**D.1.4 Объяснение**

Хотя каждое решение зависит от целого ряда сопутствующих обстоятельств, все-таки эксплуатация этой машины при указанных условиях должна рассматриваться как неприемлемая. Возможность применения технических мер может быть проверена с использованием данных, указанных в 4.2, и руководства, упомянутого в 6.2 и приложении С.

**D.2 Использование для определения предельных значений температуры поверхности****D.2.1 Проблема**

Необходимо изготовить новую машину. Для поверхностей, нагрев которых специально не предусмотрен при функционировании машины (например, защитные ограждения), необходимо определить предельные значения температуры.

**D.2.2 Метод**

**D.2.2.1** Определение круга лиц, которые могут соприкоснуться с поверхностью. При этом учитываются как те лица, которые будут пользоваться машиной (например, взрослые), так и те, которые, хотя и не будут пользоваться машиной, однако могут с ней контактировать (например, взрослые и дети в домашнем хозяйстве, персонал, который осуществляет уборку помещений,

а также текущее обслуживание и ремонт машины на рабочих местах). Проведение анализа для установления круга лиц, которые будут соприкасаться с поверхностью, и вероятности такого соприкосновения.

**D.2.2.2** Идентификация материалов, из которых состоит поверхность (например, гладкий эмалированный металл).

**D.2.2.3** Оценка обычной и максимальной длительности контакта с помощью анализа (например, 4 с).

**D.2.2.4** Выбор приемлемых ожоговых порогов (для этого примера — представлен на рисунках 2 и 3b).

На рисунке 2 указаны ожоговые пороги для металла без покрытия. При длительности контакта в 4 с значения ожогового порога находятся в диапазоне от 58 °С, значение, ниже которого ожога можно не ожидать, и до 64 °С — значение, выше которого можно ожидать появления ожога. На рисунке 3b показано повышение ожогового порога, когда металлическая поверхность покрыта слоем эмали толщиной 160 мкм. При длительности контакта в 4 с такое повышение составляет 2 °С. Поэтому в данном примере область ожоговых порогов находится между значениями температуры 60 °С и 66 °С.

### **D.2.3 *Определение предельного значения температуры***

Предельное значение температуры поверхности находится в области между 60 °С и 66 °С. «Точное» предельное значение определяют учитывая взаимодействующие факторы при обсуждении всеми заинтересованными сторонами. Так, например, для машины, которая используется в быту, предельное значение температуры поверхности может быть определено в 60 °С, поскольку здесь имеется риск получения ожогов для детей и людей преклонного возраста.

Если же машина используется в торговле или промышленности, то предельное значение может устанавливаться выше. От рабочих можно ждать более быстрой реакции, а благодаря этому и меньшей длительности контакта (то есть приемлемая доля риска для них может быть несколько большей), чем для детей. В соответствии с рисунками 2 и 3b при длительности контакта в 1 с диапазон ожоговых порогов будет уже находиться в границах от 70 до 75 °С. С учетом общей оценки возможного риска и следующих рассмотрений для некоторых промышленных применений может быть определено предельное значение в 75 °С. Однако, необходимо учитывать, что при выборе предельных значений температуры в верхней части области ожоговых порогов всегда есть определенный риск для получения ожога кожи.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е  
(информационное)

**ТЕРМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Таблица Е.1 — Термические характеристики некоторых материалов (взяты из [3])

Материал	Тепло-проводность $\frac{W}{m \times K}$	Удельная теплоемкость $10^3 \times \frac{J}{kg \times K}$	Плотность $10^3 \times \frac{kg}{m^3}$	Тепловая инерция $10^6 \times \frac{J^2}{s \times m^4 \times K^2}$
Кожа (среднее значение)	0,545	4,609	0,9	2,28
Вода	0,60	4,19	1,0	2,53
Металлы:				
Алюминий	203	0,872	2,71	481
Латунь (среднее значение)	85,5	0,377	8,9	286
Сталь	45,3	0,461	7,8	163
Стекло:				
Обычное стекло	0,88	0,670	2,6	1,51
Стекло пирекс <sup>4)</sup>	1,13	0,838	2,25	2,14
Натрий-боросиликатное стекло	1,22	0,838	2,2	1,28
Камневидные материалы:				
Камень	0,92	0,838	2,3	1,77
Кирпич	0,63	0,838	1,7	0,90
Мрамор	2,30	0,880	2,7	5,48
Бетон	2,43	0,922	2,47	5,51
Пластмассы (среднее значение):				
abs-смолы	0,18	1,51	1,04	0,21
Фторуглеводы	0,25	0,922	2,13	0,49
Нейлон <sup>5)</sup> 6, 11, 6.6	0,21	2,10	1,11	0,49
Ацетал	0,23	1,47	1,43	0,46
Ацетилцеллюлоза	0,26	1,51	1,28	0,49
Полистирол GP	0,12	1,43	1,05	0,18
Полиэтилен (среднее значение)	0,32	2,10	0,93	0,61
Фенольные смолы	0,42	1,38	1,25	0,72
Полипропилен	0,12	1,93	0,9	0,21
Дерево (среднее значение):				
Ясень	0,18	1,72	0,66	0,233
Береза	0,18	1,80	0,65	0,205
Дуб	0,17	1,59	0,71	0,193
Сосна	0,19	1,72	0,70	0,230
	0,16	1,76	0,60	0,169

<sup>4)</sup> Пирекс служит примером пригодной, коммерчески доступной продукции. Эта информация приведена лишь для удобства пользователей этого стандарта и никак не означает признания этой продукции со стороны CEN.

<sup>5)</sup> Нейлон служит примером пригодной, коммерчески доступной продукции. Эта информация приведена лишь для удобства пользователей этого стандарта и никак не означает признания этой продукции со стороны CEN.

## БИБЛИОГРАФИЯ

[1] 89/392/EEC: Council Directive of 14 June 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to machinery, amended by Directive 91/368/EEC

[2] A.R.Moritz, F.C.Henriques: The relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous Burns. Studies of Thermal Injury II, Am.J.Path., Vol.23,1947, p.659

[3] Y.C.Wu: Material Properties Criteria for Thermal Safety. Journal of Materials, Vol.7, No. 4, p. 573, 1972

[4] Y.C.Wu: Control of Thermal Impact for Thermal Safety. AIAA Journal, Vol. 15, No. 5, p. 674, May 1977, American Institute of Aeronautics and Astronautics

[5] L.A.Marzetta: A Thermesthesiometer — An Instrument for Burn Hazard Measurement. IEEE Transactions on biomedical Engineering, Communications, September 1974

and

L.A.Marzetta: Engineering and Construction Manual for an Instrument to Make Burn Hazard Measurement in Consumer Products. NBS Technical Note 816 U.S. Department of Commerce National Bureau of Standards

[6] H.Siekmann: Bestimmung maximal tolerierbarer Temperaturen bei der Berührung heißer Oberflächen. Die BG (1983) Nr.10, S. 525–530

and

H.Siekmann: Determination of maximum temperatures that can be tolerated on contact with hot surfaces, Applied Ergonomics 1989, 20, 4, p. 313–317

[7] H.Siekmann: Empfohlene Maximaltemperaturen berührbarer Oberflächen. Die BG (1986) Nr. 8, S. 436–438

and

H.Siekmann: Recommended maximum temperatures for touchable surfaces, Applied Ergonomics 1990, 21.4, 69–73

[8] H.Manzinger: Temperaturgrenzen für die Verbrennung der Haut — Ultrashall B Scan Untersuchung

Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Ludwig Maximilians Universität München

[9] British Standards Institution (BSI): Medical information on human reaction to skin contact with hot surfaces, PD 6504:1983

Редактор **Г. Яриш**  
Технічний редактор **О. Касіч**  
Коректор **Г. Ніколаєва**  
Комп'ютерна верстка **І. Сохач**

---

Підписано до друку 28.11.2001. Формат 60 × 84 1/8.  
Ум. друк. арк. 5,11. Зам. Ціна договірна.

---

Відділ поліграфії науково-технічних видань УкрНДІСІ  
03150, Київ-150, вул. Горького, 174