

המוסד לבטיחות ולגיהות

מרכז מידע ואינטרנט

רח' מזא"ה 22, ת.ד. 1122, תל-אביב 61010

טלפון: 03-5266455 פקס: 03-5266456

*9394 e-mail: info@osh.org.il

תפוצה-178

סיכוני פגיעה ממשטחים חמים



מאת: בוריס פרידלנדר



נובמבר 2012

חוברת זאת נועדה למסור מידע לקורא בתחומים בהם עוסק הפרסום
ואיננה תחליף לחוות דעת מקצועית לגבי מקרים פרטיים.
כל בעיה או שאלה מקצועית, הקשורות במקרה פרטי- יש לבחון,
לגופו של עניין, עם מומחה בתחום.

© כל הזכויות שמורות

למוסד לבטיחות ולגיהות - מרכז מידע

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל
דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר - כל חלק שהוא מהחומר שבחוברת זה
אלא ברשות מפורשת בכתב מהמו"ל.

תוכן עניינים

הקדמה

1. שכיחות פגיעות כווייה
2. מקומות עבודה וציוד המעורבים בהיפגעות מכווייה
3. תקינה
4. מונחים והגדרת
5. סף כווייה
6. הערכת סיכון הכווייה
7. אמצעים להגנה בפני כווייה
8. עזרה ראשונה

נספח 1 - כווייה - היבטים רפואיים

נספח 2 - שלטי בטיחות למשטחים חמים

נספח 3 - מדריך לבחירת זמן מגע

הקדמה

משטחים חמים נמצאים מקומות עבודה רבים. במידה ולא ננקטים אמצעי הגנה מתאימים סיכויי ההיפגעות של העובדים ממשטחים כאלה הם גבוהים. אחת מפגיעות קשות היא כוויה.

כוויות מסווגות ל-3 דרגות על פי עומק ושטח. כוויות גורמות נזק למערכות גוף האדם. זהו סוג פגיעה ייחודי הגורם לסבל רב. כוויה מלווה גם בפגיעה תפקודית ואסתטית. כוויה עלולה להיגרם בעקבות חשיפה לחום בשל פיצוץ, אש, חשיפה לקרינת שמש, מגע של העור עם עצמים או נוזלים חמים כמו מים רותחים וקיטור, חשיפה לטמפרטורות נמוכות מאוד (כוויות קור) או מגע ישיר של העור עם משטח קר, מגע של העור עם חומרים כימיים פעילים (כוויה כימית), קרינה, זרם חשמלי.

אנשים רבים במקומות עבודה מעורבים בפגיעות כוויה כולל אלה מתרחשות בעקבות מגע העור במשטח חם. לעתים פגיעת העור שלכאורה קטנה ושטחית, גורמת לפגיעה עמוקה יותר בחלקי גוף פנימיים. חומרת הכוויה תלויה בעיקר בזמן מגע העור במשטח חם ובגודלו של שטח מגע.

לא קיימת תחיקה המגבילה את הטמפרטורה של משטח וזמן מגע עור האדם במשטח חם. התחיקה בישראל עוסקת בעיקר במניעת כוויות באמצעות הגבלת הטמפרטורה של מים חמים או צנרת להובלת חומרים חמים. קיימות תקנות הביטוח הלאומי הקובעות מדרג של הנכות בגין פגיעה בעור.

מאמר זה נוגע להיבטים בטיחותיים של תאונות כוויה כתוצאה ממגע עור האדם במשטחים חמים.

תאונות עבודה שניוניות כמו התקלות, מעידה ונפילה הנגרמות כתוצאה ממגע העור במשטחים חמים לא נדונו במאמר זה.

מגע העור במשטח חם עלול להוביל לתנועה בלתי רצונית (אינסטינקטיבית). תנועות כאלה הן בלתי מבוקרת. תנועות כאלה עלולות לגרום לפגיעה חמורה יותר מפגיעה תרמית עצמה. דוגמאות לפגיעות מסוג זה הן פגיעות מהתקלות, מעידה, נפילה. פגיעות כאלה

1. שכיחות פגיעות כווייה

על פי נתונים אמריקניים - עד 25% מכל הכווייות בארה"ב קשורות לתעסוקה. חשיפה למשטחים חמים מהווה הסיבה העיקרית של כווייות חמורות (22%). מעריכים ש- 75% כווייות ניתן למנוע.

קשה להשיג נתונים סטטיסטיים אמיתיים על תאונות כווייה במקומות העבודה בישראל כתוצאה ממגע של העור במשטח חם. אחת מהסיבות לכך היא שכווייות רבות מטופלות במקום וחומרתן לא מחייבת פנייה למרכזים רפואיים.

2. מקומות עבודה וציוד המעורבים בהיפגעות מכווייה

עובדים במקומות עבודה רבים נפגעים בתאונות כווייה במהלך פעילותם. להלן דוגמאות למקומות כאלה:

- מעבדה
 - שרותי רפואה (עוסקים בפעילות עיקור (סטריליזציה)
 - מטבח
 - מפעילי מכונות לייצור פלסטיק
 - בתי יציקה
 - מכבסה (גיהוץ)
- פעילויות שונות בעבודה עם ציוד מגוון עלולות לגרום לכווייה. להלן דוגמאות לציוד:
- כלים ומוצרים בתהליכי עיבוד שבבי;
 - תנורים;
 - ציוד חשמלי פגום שהתחמם;
 - ציוד להנעת נוזלים, מוצקים או גזים באמצעות מערכת הנעה (טורבינות, מנועים);
 - ציוד מנועי (מדחסים, משאבות);
 - התקנים להעברת תנועה (תיבות הילוכים, מצמדים);
 - מערכות סיכה ואיטום;
 - מערכות קירור;
 - מערכות גז לבלימה;
 - מסבים, חומרי סיכה ושמנים;
 - ציוד עיקור;
 - מנורות.

לצורך איתור סיכון לכווייה ניתן להיעזר בגיליון מידע על סיכונים תעסוקתיים לעובדים במקצועות שונים אשר פורסמו על ידי המוסד לבטיחות ולגיהות.

חומרת הכווייה תלויה בגורמים עיקריים הבאים :

- טמפרטורת המשטח החם
- חומר שממנו עשוי המשטח
- משך מגע בין העור לבין המשטח
- מבנה של משטח
- רגישות של אדם שיוצר מגע עם משטח חם (בגיר או ילד)

3. תקינה 1, 2, 3, 4, 5

קיימים תקנים בריטיים, אמריקנים ובינלאומיים הדנים בנושא. תקנים אלה כוללים מידע רפואי וקווים מנחים בנושא מגע עור האדם במשטחים חמים ומניעת כוויות. תקנים אלה מיועדים בעיקר למתכנני מכונות.

כללי מקצוע טובים המובאים במאמר תפוצה זה מתבססים בעיקר על תקן בינלאומי – ISO 13732-1:2006. בתקן זה מובא הערך הגבולי של טמפרטורת **הגוף המוצק חם** הבא במגע עם עור האדם במשך 0.5 שניות ויותר. בנוסף תקן זה מתאר את שיטות הערכה של סיכוני הכווייה כאשר

אור חשוף של אדם בא או עלול לבא במגע או משטחים חמים. התקן ישים שמשטחים חמים של כל אובייקט: ציוד, מוצרים, בניינים, אובייקט טבע וכו'. התקן ישים גם למשטחים חמים של מוצרים אשר יכולים לגעת בהם אנשים מבוגרים בריאיים, ילדים, זקנים וגם אנשים בעלי מוגבלויות פיסיות.

לא ניתן להשתמש בתקן זה כאשר שטח מגע העור גדול מ-10% או יותר מכלל שטח עור האדם. תקן זה ישים לסביבה השונה: מקומות עבודה או בית. התקן כולל נספחים נורמטיביים מיועדים לידיעה, ואינו כולל נתונים הנוגעים להגנה בפני אי-נוחות או כאב.

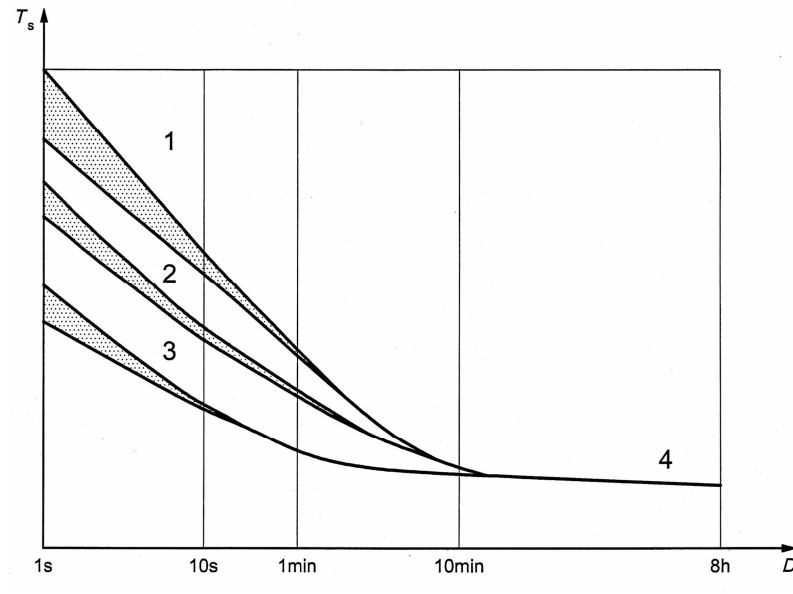
4. מונחים והגדרות (לפי תקן בינלאומי ISO 13732-1:2006)

- **משטח שניתן למגע עם עור האדם** (touchable surface)
 - T_s - **טמפרטורת משטח החומר** ב- $^{\circ}\text{C}$
 - **D** - **זמן מגע עם העור** בשניות (sec)
 - **אינרציה תרמית** (thermal inertia) - כפל של הערכים הבאים של חומר: צפיפות חומר (ρ), מוליכות תרמית (k) וחום סגולי (c)
 - **סף כווייה** (burn threshold)
- טמפרטורת המשטח מוגדרת כטמפרטורה במצב גבולי בין זה שלא גורם לכווייה לבין זה גורם לכווייה שטחית חלקית, וזאת כתוצאת מגע של העור במשך זמן מוגדר.

5. סף כווייה

5.1 כללי

טמפרטורת המשטח הגורמת לכוויות או סף כווייה במגע של העור עם חלק שהתחמם תלוייה בסוג החומר של חלק וזמן המגע של העור עם משטח. באיור 1 מוצג יחס כללי בין סף כווייה וזמן מגע לקבוצות חומרים שונים בעלי תכונות מוליכות חום דומות.



כאן:
D - זמן מגע בשניות
Ts - טמפרטורת השטח
1 פלסטיק
2 קרמיקה
3 מתכת
4 סף הכווייה

איור 1 - הדגמה של יחס כללי בין סף כווייה וזמן מגע העור במשטח חם

טמפרטורות המשטח החם שנמצאות מעל העקומה לא מובילות לכוויות עור. איור 1 לא מציג נתונים מדויקים על סף כווייה ומובא כאן לידיעה כללית. ערכים מדויקים של סף כווייה מוצגים באיורים 2 עד 7. קיימים נתונים לגבי מגע במשך פרקי זמן קצרים בלבד. לא קיימים נתונים על ההבדלים בין ערכים של סף הכווייה במגע במשך פרקי זמן ארוכים.

5.2 נתוני סף כווייה

נתונים שלהלן מוצגים בהנחה שטמפרטורת השטח נשארת יציבה במשך זמן מגע באמצעות מסה של החלק או מקור התחממות. התנאים האלה מתארים את החשיפה אשר תואמת את המקרה הגרוע ביותר.

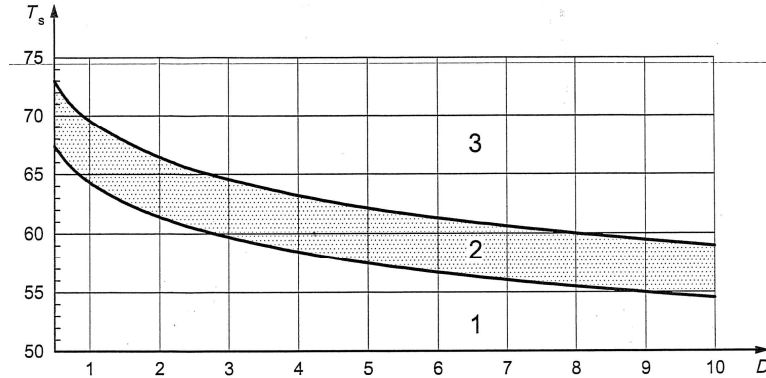
5.2.1 נתונים על סף כווייה למגע של 0.5 עד 10 שניות

5.2.1.1 כללי

במקרה של מגע לא ממושך (מגע של 0.5 עד 10 שניות) סף כווייה לא מוצג במספרים אלא מתואר בגרפים המתייחסים למשך מגע. ספי כווייה של חומרים עם תכונות דומות של מוליכות חום מקובצים כדי להיות מוצגים בעקומה אחת.

5.2.1.2 מתכות לא מצופות

ספי כווייה באיור 2 מציגים את ערכי הטמפרטורה המאפיינים שטחי מתכת לא מצופה, בעלת גימור חלק. עבור שטחי מתכת לא מעובדים, ערכי סף הכווייה יכולים להיות גבוהים יותר, אך לא יותר מ- 2°C מעל הגבול העליון בעקומת סף הכווייה.

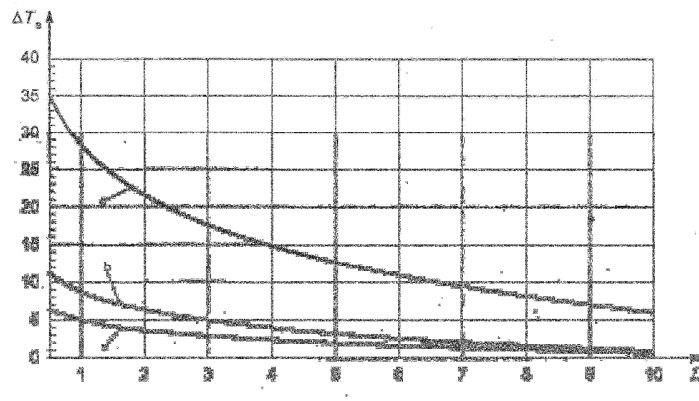


- כאן:
 D - זמן מגע בשניות
 T_s - טמפרטורת השטח $^{\circ}\text{C}$
 1 - אזור שלא גורם לכווייה
 2 - תחום סף כווייה
 3 - אזור גורם לכווייה

איור 2 תחום סף כווייה במגע העור במשטח חם של מתכת לא מצופה בעלת גימור חלק או מתכת לא מעובדת

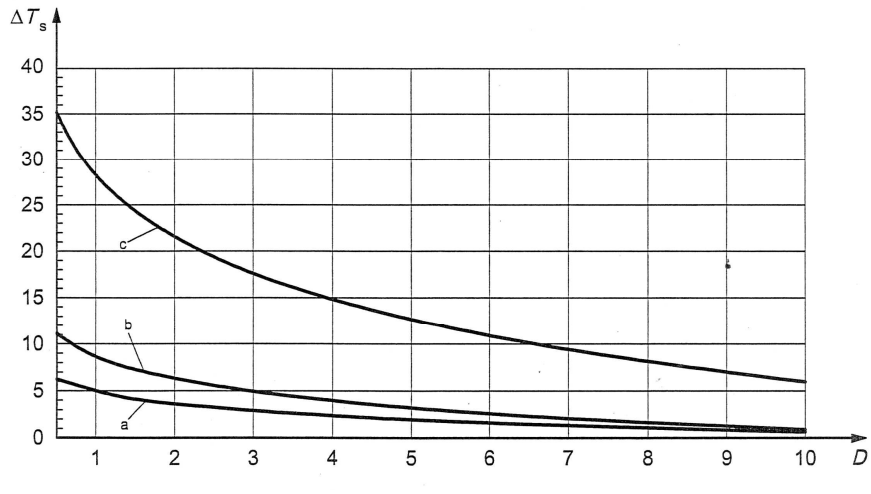
5.2.1.3 מתכות מצופות

ערכים הנוגעים להשפעת ציפוי המתכת מוצגים בעקומות של איור 2. באיור זה ניתן לראות עליית סף הכווייה של מתכת לא מצופה. על מנת לקבל סף כווייה של מתכת מצופה יש להוסיף לערכי עלייה המוצגים באיור 2 את ערכי סף הכווייה של מתכת המוצג באיורים 3 ו-4.



- כאן:
 D - זמן מגע בשניות
 ΔT_s - עליית טמפרטורת השטח $^{\circ}\text{C}$
 a - $50\mu\text{m}$
 b - $100\mu\text{m}$
 c - $150\mu\text{m}$

איור 3 - עליית סף הכווייה המוצג באיור 2 עבור מתכת מצופה בלכה בעובי $50\mu\text{m}$, $100\mu\text{m}$ ו- $150\mu\text{m}$

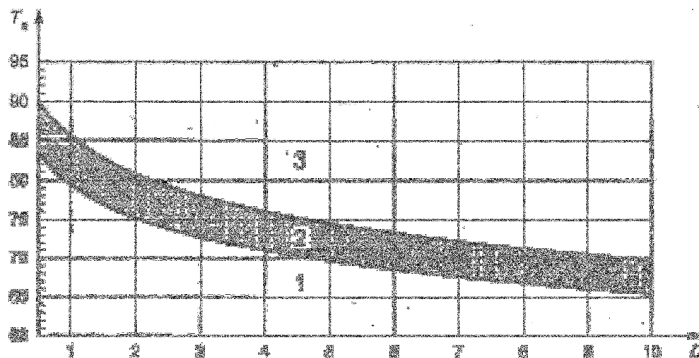


כאן :
 D - זמן המגע בשניות
 ΔT_s - עליית טמפרטורת השטח °C
 a אמאיל (160μm)/אבקה (60μm)
 b אבקה (90μm)
 c פוליאימיד 11 או 12 (בעובי 400μm)

איור 4 - עליית סף הכווייה המוצג באיור 2 עבור מתכת מצופה באבקה (60μm ו- 90μm) אמאיל (160μm) ופוליאימיד 11 או 12 (בעובי 400μm)

5.2.1.4 קרמיקה, זכוכית ואבן

באיור 5 מוצגים ערכי סף הכווייה למגע העור בחומרים : קרמיקה, זכוכית, פורצלן ואבן (שיש, בטון). סף כווייה לשיש ובטון נמצא מתחת לגבול התחתון של ערכים. סף הכווייה לזכוכית נמצא מעל בול עליון של ערכים אלה.

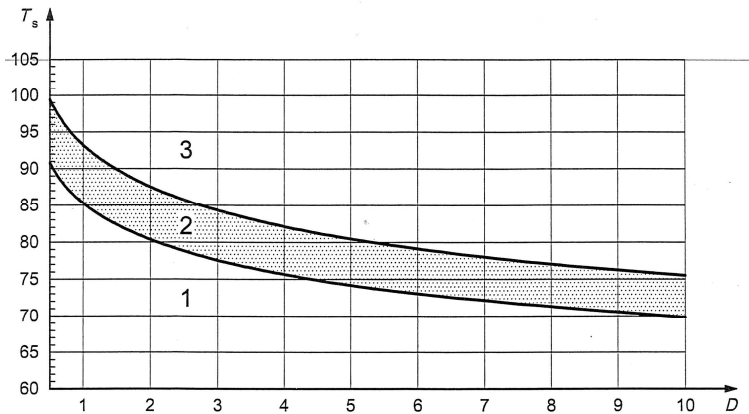


כאן :
 D - זמן המגע בשניות
 T_s - טמפרטורת השטח °C
 1 אזור שאין בו כווייה
 2 תחום סף הכווייה
 3 אזור כווייה

איור 5 - ערכי סף הכווייה במגע העור במשטח חם עשוי קרמיקה, זכוכית ואבן

5.2.1.5 חומרים פולימריים

באיור 6 מוצגים ערכים של סף כווייה למגע עם חומרים : פולימריים (פוליאימיד, אקריזכוכית, פוליטראפלוואורואתילן, דורופלסטיק (דבק מגע)).

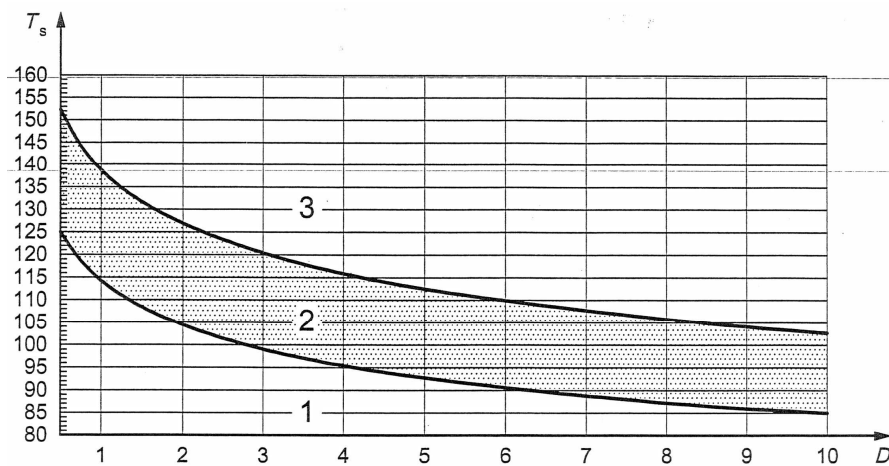


- כאן:
 D - זמן המגע בשניות
 Ts - טמפרטורת השטח °C
 1 אזור שאין בו כווייה
 2 תחום סף הכווייה
 3 אזור כווייה

איור 6 - עקומת ערכי סף הכווייה כאשר העור בא במגע עם משטח חם עשוי חומרים פולימריים

5.2.1.6 עץ

עקומה של סף כווייה לעץ מוצגת באיור 7. לסוגי העץ רכים עם אחוזי לחות נמוכים ישימים ערכים של גבול עליון של עקומה. לסוגי העץ הקשים עם אחוזי לחות גבוהים מתאימים ערכים של גבול תחתון של עקומה.



- כאן:
 D - זמן המגע בשניות
 Ts - טמפרטורת השטח °C
 1 אזור שאין בו כווייה
 2 תחום סף הכווייה
 3 אזור כווייה

איור 7 - עקומה של סף כווייה כאשר העור נוגע במשטח חם עשוי עץ

מקור האיורים : תקן ISO 13732-1

5.2.2 ספי כווייה במגע של 10 שניות עד דקה אחת

למגע של 10 שניות עד דקה אחת, ניתן להיעזר עבור חומרים ספציפיים באינטרפולציה ליניארית בין קווים גבוליים עליונים של עקומות סף הכווייה המוצגים באיורים 5 עד 7 והמתייחסים למגע במשך 10 שניות (ראה לעיל סעיף 5.2.1) וערכים בטבלה 1 המתאימים למגע של דקה אחת (ראה בהמשך סעיף 5.2.3). סף כווייה מתקבל כעקומה במגע של מעל 10 שניות בקירוב. בעקומה הזאת מוצג ערך אחד במגע של דקה אחת.

5.2.3 ספי כווייה לזמני מגע של דקה וארוך יותר

ספי כווייה לזמני מגע של דקה וארוך יותר מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1 - ספי כווייה לזמני מגע של דקה ויותר

סף כווייה לזמן מגע			חומר
דקה	10 דקות	8 שעות ויותר	
°C			
51	48	43	מתכת לא מצופה
51	48	43	מתכת מצופה
51	48	43	קרמיקה, זכוכית וחומרי אבן
51	48	43	חומקים פלסטיים(פלסטיק)
51	48	43	עץ

מקור הטבלה: תקן ISO 13732-1

6. הערכת סיכון הכווייה

תהליך הערכת סיכון כולל:

- זיהוי משטחים חמים שהעובד יכול לגעת בהם;
- ניתוח המטלה;
- מדידת הטמפרטורה של משטח;
- השוואה בין טמפרטורה של משטח וטמפרטורת סף הכווייה;
- קביעת הסיכון לכווייה;
- חזרה על הערכה.

תקן בינלאומי ISO 13732-1 דן באופן מפורט בשלבי ההערכה הנ"ל. לגבי אנשים בוגרים בריאים ישימים ערכים המופיעים בטבלה 1. באופן כללי, מומלץ על זמן מגע מינימלי של שנייה אחת. ניתן לבחור במגע של 5 שניות במקומות שבהם לא קיימת מגבלה של תנועה לנסיגה מהירה ככל האפשר, המובילה לתחושת כאב מנגיעה במשטח החם. אם מצפים מראש לזמן תגובה ארוך (כלומר תנאים שבהם קל להגביל את התנועה) אזי מוצע לבחור במגע ארוך יותר - 4 שניות (ראה גם בנספח 3 טבלה B.1 - מדריך לבחירת זמן מגע).

7. אמצעים להגנה בפני כוויה

7.1 תקן בינלאומי ISO 13732-1 ממליץ על אמצעי הגנה למניעת כוויות ממשטחים חמים. עדיפים אמצעי הגנה הנדסיים. אמצעים אלה כוללים הקטנת טמפרטורת המשטח, בידוד ומגנים (חוצץ או מכשול). חשוב לנקוט אמצעים כאלה במקרים שקיים סיכון כוויה. תקן בינלאומי ISO 13732-1 מדריך לנקוט אמצעי הגנה ככל שסיכוי היפגעות מכוויה עולה. במדריך זה מפורטים תנאים החשובים שבהם יש לנקוט אמצעי הגנה בפני סיכון הכוויה:

- ככל שטמפרטורה נמדדת של משטח גבוהה יותר מסף כוויה
- ככל שזמן מגע במשטח החם בעל טמפרטורה שמעל סף כוויה גדול יותר
- ככל שסיכוי נמוך יותר לתגובת נגד
- ככל שמשטח חם נגיש יותר
- ככל שסיכוי מגע בשימוש המיועד גדול יותר
- ככל שאפשרות מגע תדירה יותר
- ככל שמצפים שידע מוקדם של המשתמש בנושא טיפול בטוח במוצר מצומצם יותר
- ככל שטמפרטורה נמדדת עולה מעל טמפרטורת כוויה

7.2 ציוד מגן אישי

שימוש בציוד מגן אישי להגנה בפני משטחים חמים יהיה בהתאם לכלל הסיכונים הקיימים במקום העבודה. סיכונים אלה כוללים גם סיכונים מגע עם משטח חם. להלן אזכורים המחייבים שימוש בציוד מגן אישי מתוך תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.

תוספת
(תקנה 3)

סוגי ציוד מגן אישי להגנת אברי הגוף השונים לפי עבודות ותהליכי עבודה

- 6. הגנת כפות ידיים
 - 6.4 טיפול בחומרים אחרים העלולים להזיק לעור - כפפות בידוד מפני חום
 - 7. הגנת כפות רגליים
 - 7.5 עבודה ליד כורי התכת מתכת ותנורי התכת מתכת
 - 7.9 עבודה עם תנורי התכה או בקרבתן, עיבוד קר וחם של - מדרסי מגן (מפני חום...)
מתכות - נעלי או מגפי בטיחות עם בידוד מיוחד מפני חום;
 - 10. הגנה כללית של הגוף
 - 10.8. עיבוד של מתכת מלובנת, עבודות התכה, יציקה, כבישה וערגול בחום - סינרים להגנה מפני חום
- ביגוד להגנה מפני פגיעות חום
- אמצעי בטיחות מובאים לעיל אינם מושלמים ומהווים דרישות מינימום. יש לנקוט באמצעי בטיחות בהתאם לנסיבות במקום.

8. שילוט

עבודה עם משטחים חמים וטמפרטורת גבוהה מסוכנת ביותר. רגע של חוסר ריכוז עלול להוביל לפגיעה חמורה לעובד המטפל בציוד חם. סימני אזהרה בפני חום ואיסור לגעת במשטח חם הם אמצעי בטיחות הכרחיים על מנת להזכיר לעובדים באופן קבוע על סיכוני היפגעות. יש להציב שילוט אזהרה בפני סיכוני פגיעה ממשטחים חמים. קיים תקן ישראלי מס' 3864 סמלים גרפיים - צבעי בטיחות וסימני בטיחות. צורתם וצבעם של השלטים יהיו לפי ת"י 1-3864 וסמלים גרפיים – לפי ת"י 3-3864. סקירה מקיפה בנושא שלטי בטיחות קיימת במסמך:

כלים מנחים לעיצוב שלטי בטיחות

www.hfs.technion.ac.il/.../Checklist_Safety-Signs.p...

ראה בנספח 2: סמלים גרפיים לאזהרה בפני סיכוני כווייה ולהודעה על חובה להשתמש בציוד מגן אישי ודוגמאות לשלטי בטיחות שכוללים סמלים גרפיים כאלה.

9. עזרה ראשונה

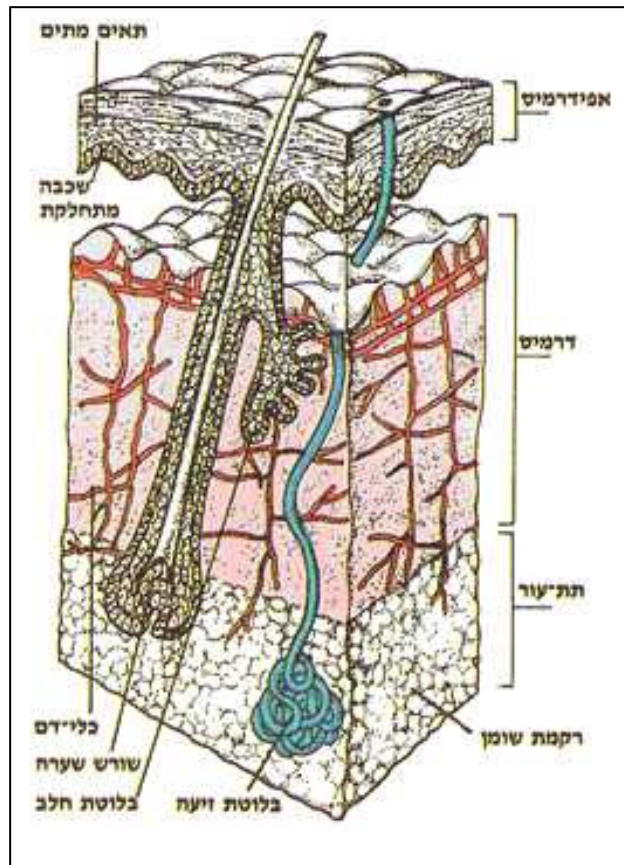
לאושרנו, מרבית הכוויות מטופלות אינן חמורות. במקרים אלה הטיפול הבטוח והיעיל ביותר במקום הוא קירור המקום הפגוע בזרם מים קרים. המים מנקים את אזור הכווייה ומקררים אותו. יש להזהיר מפני שימוש ב"תרופות סבתא" כמו משקע קפה, ממרח שוקולד, מרגרינה - כל אלה לא יכולים הקל בכווייה ובמקרים רבים אף להזיק.

בכל מקום עבודה חייב להימצא ציוד עזרה ראשונה. קיימות תקנות הבטיחות בעבודה (עזרה ראשונה במקומות עבודה), התשמ"ח – 1988. לפי תקנות אלה עזרה ראשונה מוגשת לנפגע ע"י מגיש מאומן. להמשך הטיפול בכווייה, במיוחד כווייה ששטחה גדול מומלץ לפנות למרכז רפואי. הטיפול הראשוני הנכון, מיד לאחר הפגיעה וגם בשעות הבאות, יכול לצמצם את חומרת הפגיעה. הטיפול הראשוני הנכון יקבע את הצלחת הטיפול הרפואי שיקבל הנפגע מידי רופאים. ראה טבלה מסכמת לדרגות כווייה המובאת בנספח 1.

נספח 1

העור - רקע אנטומי ופיזיולוגי

העור הוא מעטפת הגוף השומרת עלינו מפני העולם החיצון. העור מונע לדלוף החוצה נוזלי הגוף, החלבונים והמלחים הדרושים לנו. חום הגוף מווסת בעזרת בלוטות הזיעה שבעור. כל פגיעה במערכת הזאת עלולה לפגוע בפגיעה קשה בגוף ואפילו לגרום למוות בתוך שעות או בתוך ימים. אבל כבר בדקות הראשונות לפגיעה נתון הנפגע בסכנה מוחשית של אובדן נוזלים ושל חוסר יכולת לווסת את חום גופו. העור הפגוע אינו חוסם נוזלי הגוף הנמצאים מתחתיו. אפשר להבחין בשלפוחיות מלאות נוזל מיד לאחר החשיפה לאש. עם אובדן הנוזלים מופיע הלם תת-נפחי אך ללא אובדן של דם.



איור 1. מבנה העור

כוויות

כווייה היא פצע בעור שנגרם מנגיעה במשטחים חמים, באש או בנוזלים חמים וכן מחומרים כימיים הבאים במגע עם העור. גם זרם חשמל יוצר חום אדיר כשהוא עובר בעור, ולכן הוא גורם לכווייה לעיתים חמורה. אסור לשכוח כי חשיפת שמש במשך זמן ארוך תגרום לכווייה, ולא דווקא מן הקלות. חומרת הכווייה תלויה בכמה גורמים:

- שטח הכווייה - ככל שהשטח נרחב יותר, מצבו של הנפגע חמור יותר;
- גיל הנפגע - קשישים וילדים חייהם בסכנה גם כאשר שטח הכווייה אינו גדול;
- בריאות הנפגע - אדם בריא ייטיב להתגבר על כווייה ששטחה נרחב מחולה סוכרת או מחולה במחלת כליות;
- מקום הכווייה בגוף

כוויות מסווגות ל-3 דרגות :

כווייה בדרגה ראשונה נוצרת כאשר שכבת העור החיצונה בלבד (האפידרמיס) נפגעת, לדוגמה : לאחר חשיפה ממושכת לשמש.

כוויות מדרגה שנייה נחלקות לכוויות שטחיות ולכוויות עמוקות. הכווייה השטחית היא פגיעה בשכבה החיצונית של העור ובשכבה הבאה מתחתיה, ואולם בשכבה השנייה עדיין נמצא מרכיבי עור תקינים העשויים להשתקם בתוך שבועיים-שלושה. בכווייה העמוקה שתי שכבות העור נהרסות, הריפוי נמשך זמן רב ובסופו תישאר צלקת.

כווייה בדרגה שלישית היא הכווייה החמורה ביותר : כל שכבות העור נפגעות. ראה טבלה מסכמת-דרגות כוויה.

על פי מסמך מכון תקנים בריטי PD 6504: 1983⁴ תחושות במגע של העור במשטחים חמים הן אי-נוחות, כאב וכוויות. מסמך זה הוכן על-ידי יועצים רפואיים ודן בהיבטים רפואיים של פגיעות תרמיות.

מעבר חום וכוויות

כאשר שטח של עור האדם בא במגע עם חומר בטמפרטורה גבוהה, החום חודר לתוך העור וגורם לעליית הטמפרטורה של רקמה תת-עורית. בעקבות זאת מופיעה תחושת חום, אי-נוחות, כאב ובסוף אחרי שטמפרטורה מגיעה לגבול מסוים - כוויה שפגיעתה תלוי בטבע תרמי, טמפרטורה התחלתית של גוף חם, בזמן ומקום מגע. קיים גבול לטמפרטורה שאחריו מתרחשת כוויה. אי-נוחות היא הזהרה לכוויה. רקמות העור נפגעות בטמפרטורה העולה על 43°C.

התהליכים הפיזיולוגיים המעורבים מורכבים וכל שלביו לא ניתנים לניתוח מדויק, לדוגמה ניתוח נזק לרקמה וזרימת הדם. תהליכים מסובכים מאוד, תכונות פיסיקליות של העור משתנות ולא ידועות חלוקת הטמפרטורה מקורית בעור ובגוף חם ושטח מגע מורכבים.

יחד עם זאת יש לצפות שבכל מקום מגע עם גופים חמים הגורם לאי-נוחות יגרום לכאבים חמורים יותר.

טבלה מסכמת – דרגות כוויה			
דרגה 3	דרגה 2	דרגה 1	עומק
אפידרמיס + כל הדרמיס + רקמות תת-עוריות	אפידרמיס וחלק מהדרמיס	אפידרמיס	
<ul style="list-style-type: none">טבילה בנוזל חםחשיפה ללהבהמגע במתכות חמותחומרים כימייםחשמל	<ul style="list-style-type: none">שפיכת נוזל חםהבזק חזק	<ul style="list-style-type: none">חשיפה לשמשהבזק חלש	הגורמים
<ul style="list-style-type: none">לבן, שנהב, לעיתים שקוףחום-צהוב או מפוחם	<ul style="list-style-type: none">ורוד, אדום מנומר (מלבין בלחץ)	<ul style="list-style-type: none">אדום (מלבין בלחץ)	צבע
נוקשה למגע	עור רך	עור רך	שטח פני נעור
יבש	לח	תקינה	לחות
יש	יש	אין (לעיתים שלפוחיות קטנות)	שלפוחיות
אין תחושה	כאב חזק מאוד רגישות לזרמי אוויר	כאב	רגישות למגע

מקור:⁸

מגע העור במשטח חם הינו חלקי בגלל חספוס העור. שטח העור הנותר (ללא מגע) מופרד ממשטח חם ע"י שכבת אוויר דקה. ערך התנגדות למעבר חום של שטח מגע לא ידוע אבל קיים לחץ המגע. ככלל, טמפרטורת משטח העור הנוגע בשטח חם משתנה עם הזמן עד הגעתה לערך השווה. ערך זה יהיה נמוך יותר מטמפרטורה של גוף חם. ברור שהעלאת זמן מגע וטמפרטורת המשטח החם מגדילים את העומק הרקמות הנפגעות המעורבות ואת חומרת הפגיעה לכוויה. ניתוח של מודל תגובת האדם לחום מצביע על כך שבזמן מגע העור במתכת חמה טמפרטורת העור לא נמוכה בהרבה מטמפרטורה המקורית של מתכת חמה. לעומת זאת, בזמן מגע העור עם גוף גדול עשוי חומר בעל מוליכות חום גרועה כמו פחם, טמפרטורת עור עולה מעט על טמפרטורה מקורית של חומר חם. מוליכות חום של חומר שבא במגע עם העור קובעת טמפרטורת העור. Table 1 מדגימה זאת.

Contact temperatures-Table 1

Original temperatures		Material of hot body	Contact temperature
Skin	Hot body		
35	100	Glass	98
35	100	Wood	82
35	100	Cork	65

מקור: BS PD 6504: 1983

עדות ניסיונית של אי-נוחות, כאב וכוויות

סוג של מקור החום, עובי של עור וגורמים אחרים משפיעים על תגובה של אדם מסוים. איורים (Figure 3, 4, 5) מראים את תוצאות ניסויים הנוגעים לקשר בין טמפרטורת הגופים החמים ומשך מגע עם העור הגורם לתחושת חום או אי-נוחות או כוויה. מגע העור במשטח חם בטמפרטורה מעל 43°C גורם לתחושת חום, אי-נוחות, כאב ובסוף כוויה. מידת התחושות או נזק בריאותי תלויים במשך המגע וטמפרטורה של משטח חם.

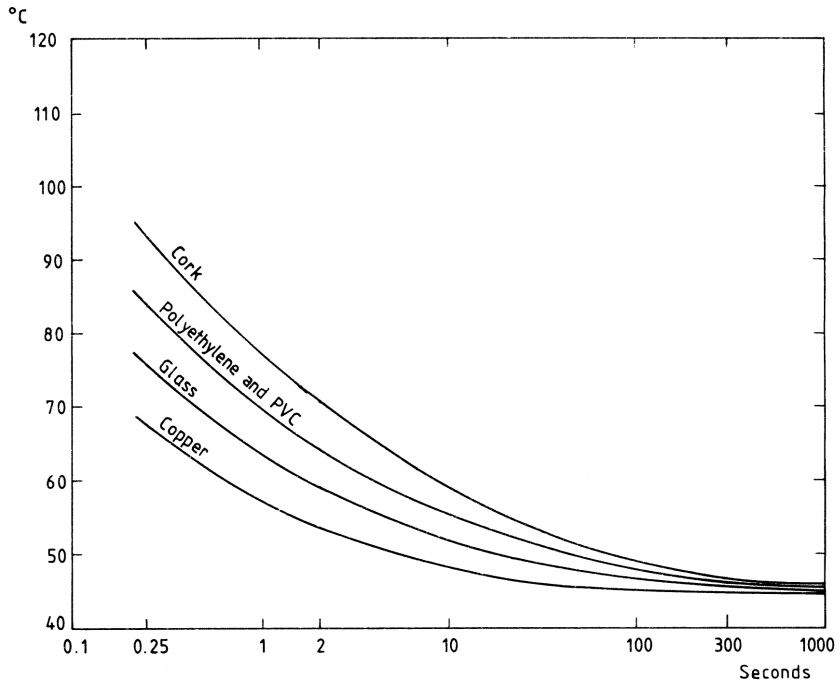


Figure 3 – Relationship of discomfort with time and temperature

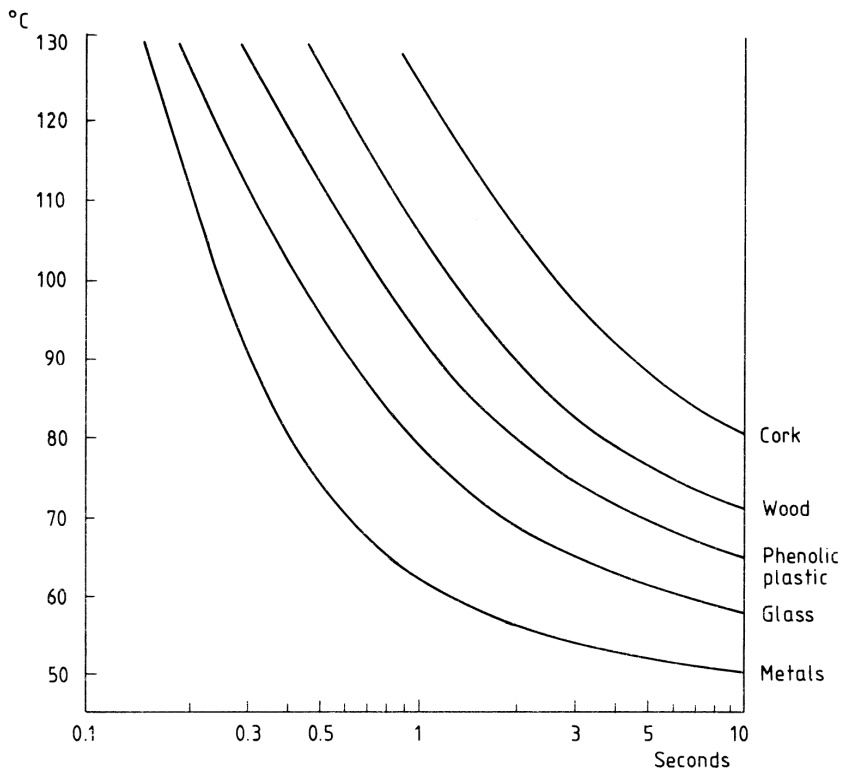


Figure 4 - Relationship of fingertip contact causing pain with time and temperature

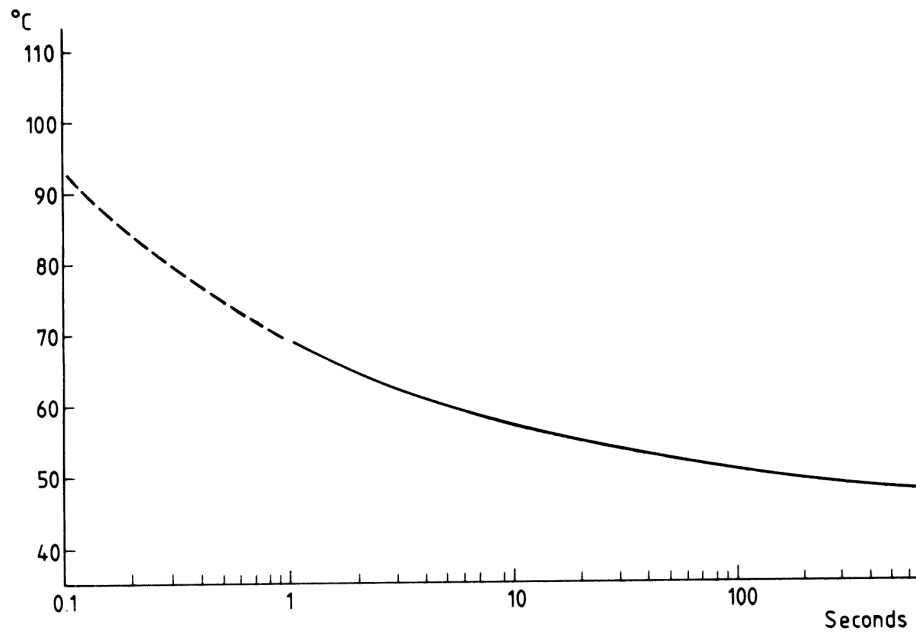


Figure 5 - Onset of burning in the skin after contact for various times with a brass block at various constant temperatures

NOTE The dotted portion reflects extrapolation of other results.

BS PD 6504: 1983 : מקור

נספח 2

שלטי בטיחות למשטחים חמים

סמלים גרפיים



זהירות!
משטח חם
(לפי ISO 7010_W017)



משטח חם
אין לגעת!

דוגמאות לשלטי בטיחות (כתוביות באנגלית)



שלטים נוספים



גישה אסורה
לאנשים לא מורשים



חובה לנעול
נעלי בטיחות



חובה להשתמש
בכפפות מגן



חובה להשתמש
בבגדי מגן

נספח 3

טבלה B.1 - מדריך לבחירת זמן מגע

דוגמאות לנגיעה במשטח חם		זמן מגע מעל
בלתי מכוונת	מכוונת	
נגיעה במשטח חם ונסיגה מהירה ביותר המלווה בתחושת כאב ללא מוגבלות בתנועה		0.5 שניות
נגיעה במשטח חם ונסיגה מהירה המלווה בתחושת כאב ללא מוגבלות בתנועה		שנייה אחת
מגע במשטח חם ותגובה במשך הזמן הארוך	הפעלת מפסק, לחיצת כפתור המפסק	4 שניות
	הפעלה ממושכת של מתג, כוונן מדויק של גלגל יד, שסתום וכו'	10 שניות
נפילה על משטח חם ללא אפשרות לקום	נגיעה בגלגל יד, שסתום וכו'.	דקה אחת
	שימוש בפריטי מערכות השליטה כגון בקרים, ידיות.	10 דקות
	שימוש קבוע בפריטי מערכות השליטה כגון בקרים, ידיות.	8 שעות

מקור: Annex B (normative) ל- ISO 13732-1

1. ISO 13732-1:2006 Ergonomics of the thermal environment – Methods for the Assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces
2. ISO TR 13732-2:2001 Ergonomics of the thermal environment - Method for the assessment of human responses to contact with surface - Part 2: Moderate temperature surfaces
3. EN 563: 1994, Safety of Machinery — Temperature of touchable surfaces — Ergonomic data to establish limits values for hot surfaces
(תקן זה הוחלף ל- ISO 13732-1:2006)
4. BS PD 6504:1983
Medical information on human reaction to skin contact with hot surfaces
5. ASTM - C1057-03
(Reapproved 2010)
Standard Practice for Determination of Skin Contact Temperature from Heated Using a Mathematical Model and Thermesthesiometer
6. IEC GUIDE 117 U
webstore.iec.ch/preview/info_iecguide117%7Bed1.0%7Den.pdf

.7 עזרה ראשונה במצבי חירום
אילן ישועה

המרכז לטכנולוגיה חינוכית - הוצא לאור, הדפסה שלישית 1988

.8 עזרה ראשונה להצלת חיים
פרופ' יואל דונחין ונתן קודינסקי
משרד הביטחון - ההוצאה לאור