

# הלם חשמלי והטיפול בו

## כללי

שעה שאדם סופג הלם חשמלי, נכנס לגופו זרם חשמלי בנקודה מסויימת ועוזבו בנקודה אחרת. תוצאת הדבר יכולה להיות:

- ★ ללא פגיעה.
- ★ כאב, כוויה.
- ★ פגיעה קטלנית.
- התוצאות של הלם חשמלי תלויות במספר גורמים והם:
  - ★ סוג המעגל החשמלי.
  - ★ המתח החשמלי.
  - ★ מסלול הזרם בגוף האדם.
  - ★ עוצמת הזרם.
  - ★ משך הזמן בו חולף הזרם בתוך גוף האדם.
  - ★ מצבו הגופני-בריאותי של האדם.

## פירוט הגורמים המשפיעים על הלם חשמלי

### סוג המעגל החשמלי

מבחינים בין שני סוגי מעגלים המקובלים בריתוך:

- ★ מעגל זרם ישר;
  - ★ מעגל זרם חילופין.
- ליצירת אפקט רגישות דומה, דרוש זרם ישר גדול פי 3-4 מזרם חילופין. מאחר שכל זרם הזורם בגוף אדם יוצר חום בתוכו, קיימת סכנת כוויות, שחומרתן תיקבע על-פי שאר הגורמים שנמנו לעיל. כמו כן, זרם ישר הזורם בגוף האדם עלול לפרק חלק מנוזלי הגוף.

### המתח החשמלי

מתחי המעגל הפתוח, כלומר המתח שבין העובד לבין האלקטרודה או תיל הריתוך שעה שאין מרתכים, נעים בתחום שבין 70 ל-450 וולט. מתחים אלה גבוהים דיים כדי לגרום לתאונה קטלנית.

### מסלול הזרם בגוף האדם

המסלולים השכיחים של זרימת זרם חשמלי בגוף אדם הנוגע בעובד ובאלקטרודה בו-זמנית הם מיד ליד או מיד לרגל. בשני המקרים עובר הזרם בחזה, בו נמצאים הלב והריאות, שהם רגישים ביותר לזרם. זרם דרך יד או רגל בלבד אינו קטלני בדרך כלל, אולם עלול לגרום לכוויה.

## עוצמת הזרם

עפ"י חוק אוהם הזרם (I) באמפרים במעגל חשמלי, שווה למתח (V) בוולטים השורר בו, מחולק בהתנגדות שבמעגל (R) באוהמים.

$$I = \frac{V}{R}$$

היות שההתנגדות הרגילה של גוף אדם מבוגר בין היד לרגל יכולה להיות בין 10,000 ל-500,000 אוהם, ובמקרה של עור רטוב מזיעה או מים, כדי 1000 אוהם בלבד. לאור האמור לעיל על מתח המעגל הפתוח, שהוא לרוב ברתכת תקינה 70 וולט, נמצא שהזרם העובר דרך גוף האדם עלול להיות

$$I = \frac{V}{R} = \frac{70}{1000} = 0.07 \text{ אמפר}$$

כדיקות הראו כי כבר 0.001 עד 0.002 אמפר בזרם חילופין עלולים לגרום רגישות להלם חשמלי. 0.005 אמפר עלולים לגרום להלם מכאיב, שמצדו יגרום לקפיצת האדם מהמעגל ולפציעתו עקב כך. 0.01 אמפר עלולים לגרום "לקפיאת" האדם ולא יכולת לפתוח את כף היד האוחזת באלקטרודה או במחזיק האלקטרודה. זרמים החל מ-0.06 אמפר ומעלה הזורמים מהיד לרגל יפריעו לפעולת הלב ועלולים לגרום למוות בתוך דקות ספורות.

זיעה מקטינה את ההתנגדות החשמלית של גוף האדם. כך גם שביבי מתכת בהם מכוסה עורו של אדם שהשחזו או פצרו מתכת. רטיבות נעלי הרתך ובגדיו גם היא מקטינה את התנגדותו לזרימת הזרם החשמלי.

## מצבו הגופני-בריאותי של האדם

מצבו הבריאותי וחוסנו של האדם עשויים להשפיע על מידת רגישותו להשפעת זרם החשמל על מערכות הגוף. לב חולה ו/או מחלות עור שונות משפיעים על התנגדות הגוף, ובכך משפיעים על מידת ההלם החשמלי הנגרם.

ההתאוששות המיידית או ההתאוששות שבאה לאחר זמן - מושפעות מהבריאות הכללית של האדם הנפגע.

## משך הזמן בו זרם הזרם החשמלי בתוך גוף האדם

קצב פעימות הלב הוא כפעם בשנייה. במשך מרבית השנייה אין הוא רגיש לזרמים בעוצמה של עד אמפר אחד, אולם בחלק קצר מזמן הפעימה הוא רגיש מאוד וזרם של כ-0.06 אמפר יכול לגרום למוות (כפי שצוין לעיל).

היות שבמקרים רבים משך הזמן שהאדם נמצא תחת השפעת המתח החשמלי גדול משנייה, הרי שהזרמים שעלולים להיווצר בגוף האדם מסוכנים לחייו.

## הטיפול בנפגע בהלם חשמלי

אם אדם נכלא במעגל חשמלי ונפגע בהלם חשמלי יש לפעול לפי ההנחיות דלהלן:

★ **לנתק המעגל החשמלי.** הדרך היעילה ביותר היא ניתוקו של מעגל מרשת

החשמל, אולם אם הדבר אינו אפשרי יש לנתק את הנפגע מהמעגל. פעולה זו יש לבצע כך שהמפריד לא יתחשמל בעצמו, כלומר תוך שימוש באמצעים מבודדים בין הנפגע למציל (כפפות עור יבשות, קרשים וכדומה). יש להקפיד שתוך השתחררות מהמעגל המחשמל, לא יפול הנפגע וייפגע. ניתן גם לנתק את המוליך במעגל החשמלי בעזרת כלי מבודד (קוצץ מבודד, גרזן).

★ **לבצע החיאה.** אם הנפגע נמצא ללא הכרה יש לבצע מיד פעולות החיאה. פעולת לב ללא נשימה עלולה לגרום למוות מוחי, ולכן הנשמה מלאכותית חיונית ביותר לחיי הנפגע. היות והתעוררות הנפגע עלולה להתאחר אין לוותר ולהתייאש ויש להמשיך בהנשמה גם זמן רב (שעות!) עד שיגיע צוות רפואי מקצועי. לבטח חשובה ההחיאה כאשר גם הלב לא פועל.

★ **הזעקת עזרה מקצועית.** אם מצב הנפגע דורש זאת יש להזעיק רופא או להעביר את הנפגע לבית-חולים תוך המשך ביצוע ההחיאה.

### **ריתוך במקומות צרים (מיכלים, דוודים וכו')**

הואיל ועבודה במקומות צרים גורמת לעתים קרובות להזעה רבה והואיל ולרוב המיכלים והדוודים חלקים ומוליכי חשמל, העבודה בהם מסוכנת במיוחד.

כדי למנוע תאונות הלם חשמלי בשעת ריתוך במקומות צרים יש לזכור כללי בטיחות אלה:

- ★ אין להכניס רתכות חשמליות למקומות צרים.
- ★ הריתוך במקומות צרים מותר רק בזרם ישר (או בזרם חילופין, כאשר מתח המעגל הפתוח הינו 42 וולט לכל היותר, ולשם הצתה - עולה למשך 0.2 שניות ל-70 וולט. אולם רתכות כאלו אינן מקובלות בארץ).
- ★ יש להכניס למיכלים או לדוודים משטחים מבודדים, בולי עץ וכיוצא באלה כדי שהרתך יוכל לבדד את גופו מהעובד.
- ★ מנורות לתאורה יופעלו במתח 24 וולט, שנאי-העזר עבורם יהיו מטיפוס סלילים מבודדים וישארו מחוץ למיכל או לדוד.
- ★ כל החיבורים החשמליים יהיו מבודדים כדי למנוע פריצת קשת עקב מגע מקרי בדופן.

### **הגנת פני הרתך ועיניו**

במרבית שיטות הריתוך בקשת חשמלית מוגנת הקשת על-ידי גזים בלבד כך שקרינת חום ואור, לרבות קרינה אינפרה-אדומה ואולטרה-סגולה, עלולה להגיע אל עיניהם ואל פניהם של הרתך ושל אנשים אחרים שבסביבה. קרינת אלו עלולות לגרום לכוויות בעור, לדלקות עיניים חולפנות ואף לפגיעות שאינן ניתנות לריפוי.

נתזי מתכת לוחטת או סיגית לוחטת הניתזים במהלך הריתוך או החיתוך ואף לאחריו, בעת התקררות הסיגית (באותן שיטות בהן היא קיימת) עלולים אף הם לפגוע בפניהם או בעיניהם של הרתך או של אנשים אחרים ולגרום לפצעים חמורים ואפילו לאבדן הראיה.

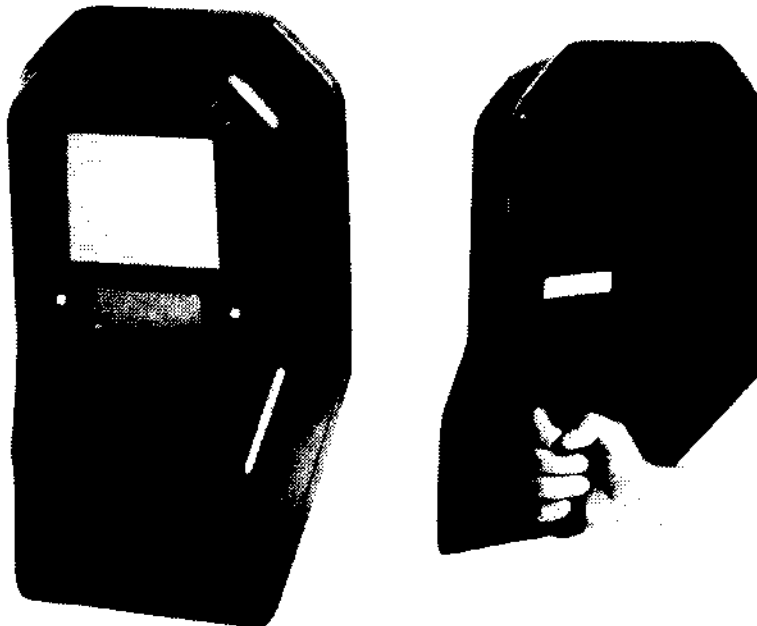
## הגנת הסביבה

תיחום איזור הריתוך באמצעות מחיצות פח ניידות או קבועות ימנע פגיעות מהעובדים הנמצאים מצדן השני. כאשר יש צורך שעובדים שמעבר למחיצות יוכלו לצפות בפעולת הריתוך, ניתן להקים מחיצות מחומרים "שקופים" העוצרים את הקרניים המזיקות ואת הגיצים ועם זאת מאפשרים צפייה בלתי-מופרעת. החומרים ה"שקופים" הם משני סוגים: קשיחים וגמישים. מהאחרונים אפשר ליצור וילונות, כך שניתן לפותחם ולסגורם בהתאם לצורך.

## הגנת הרתך ועוזריו הקרובים

באותן שיטות בהן אין קשת גלויה והתזת גיצים (כריתוך בקשת חסויה) אין צורך בהגנה. בשיטות בהן קיימת סכנת גיצים אך אין קשת גלויה (ריתוך בהתנגדות) יש להשתמש במסיכה בעלת זכוכית שקופה.

בכל השיטות האחרות יש להשתמש במסיכת רתכים המכסה את הראש כולו מצידו הקדמי, וכאשר מבוצע ריתוך "מעל לראש", שבו עלולים גיצים לפגוע בעורף, צריכה המסיכה להכיל סינר עור אחורי המספק הגנה עד הכתפיים. למסיכה שני חלונות: האחד מזכוכית רגילה, המשמש לראייה. כאשר אין מרתכים הוא מגן מנתזים. מעליו נמצא החלון השני, העשוי מזכוכית כהה, שתפקידה לחסום קרניים מזיקות ולהעביר רק כמות אור שתספיק לרתך לראות את הקשת וסביבתה הקרובה. חלון כהה זה ניתן לפתיחה (ראה איור 27).



איור 27. דוגמאות של מסיכות ריתוך

מאחר שעוצמות האנרגיה המוקרנות על-ידי קשתות ריתוך הן שונות, בהתאם לזרם הריתוך, קיימת טבלה לבחירת זכוכיות כהות, המובאת להלן:

## בחירת זכויות כהות לריתוך (לפי תקן גרמני)

זכויות כהה מס'	תחום העבודה
שקופה עד 2	ריתוך בהתנגדות, הגנה מקרינה שנוצרת על-ידי רתך סמוך
4 עד 5	עבודות ריתוך וחיתוך גזי קלות
5 עד 6	עבודות ריתוך גזי בינוניות וריתוך חשמלי עד 30 אמפר
6 עד 8	עבודות ריתוך גזי כבדות, וריתוך חשמלי 30-75 אמפר
10	עבודות ריתוך וחיתוך חשמלי 75-200 אמפר
14	עבודות ריתוך וחיתוך חשמלי מעל 400 אמפר

**הערה:** היות ורגישות העיניים שונה מרתך לרתך, ייתכנו הפרשים בדרגות הכהות הרצויות בין שני רתכים. על כל זכויות שחורה תקנית מודפס מספר המאפיין אותה.

קיימות היום גם זכויות "אוטומטיות". הן שקופות כאשר אין קשת ומתכהות מעצמן מיד עם עליית עצמת התאורה. ככל שהקשת יותר אינטנסיבית הכהות גוברת.

## איורור והגנה על איברי הנשימה

בעת ביצוע עבודות ריתוך קיימות סכנות לבריאות עקב נשימת גזים, אבק לסוגיו ואדי מתכת. מניעת נזק לאיברי הנשימה ולריאות תלויה במידת השימוש באמצעי המגן שיוזכרו להלן. בעזרת מספר קטן של אמצעי זהירות פשוטים ניתן למנוע לחלוטין נזקים כלשהם.

כמות האדים והגזים שעלול הרתך לנשום תלויה במספר גורמים:

★ ממדי האולם בו הוא מרתך;

★ מספר הרתכים באולם;

★ סוג הריתוך;

★ החומרים אותם מרתכים;

★ זרמי הריתוך, ועוד.

אולם הגורם החשוב ביותר נשלט על-ידי הרתך עצמו והוא:

★ מיקום הראש ביחס לאלומת הגזים והאדים הנפלטים בשעת הריתוך.

שני רתכים המבצעים בדיוק את אותה העבודה ובאותם תנאים עלולים להיות שוופים האחד פי עשרה(!) מהאחר, על פי מיקום ראשם.

קביעת מידת הסיכון הכרוכה בביצוע עבודת הריתוך היא פעולה מסובכת וניתנת לביצוע רק על-ידי מומחים לדבר. אולם, אם פעולה זו בוצעה במשך שנים רבות באופן דומה וללא גרימת נזק כלשהו (למשל: ריתוך פלדה רכה באלקטרודות), ניתן לראותה כבלתי מזיקה. הסיכונים הספציפיים הכרוכים בשיטות הריתוך השונות מפורטים בפרקים הדנים בשיטות אלו. הניסיון מלמד,

שהסיכון העיקרי נובע מריתוך מתכות שכוסו, לעתים בטעות וללא תשומתלב, בחומרים רעילים. מובן, שיש להסיר חומרים אלה לפני הריתוך או החיתוך.

ריתוך מתכות המכילות עופרת או חומרים רעילים אחרים, כברונזה עשירת עופרת, מהווה סיכון לחשיפה מזיקה, שעוצמתה תלויה בכמות החומר הרעיל ובכמות הריתוך.

במיוחד מסוכן ריתוך מתכות המכילות בריליום. אין לרתכן אלא לאחר שהובטח סילוק כל העשן העולה מגומת הריתוך.

ריתוך מיכלים וצנרת שהכילו ממיסים מכל סוג שהוא הינו מסוכן, ויש לסלק חומרים אלה לחלוטין, במיוחד כשמדובר בחומרים הלוגנניים (המכילים פלואור, כלור, ברום או יוד). ראה פרטים בסעיף על ריתוך מיכלים.

### **איוורור טבעי**

איוורור טבעי די בו למניעת איסוף כמויות מזיקות של עשן, שנוצר בעת ריתוך פלדות רכות באלקטרודות שאינן מכילות פלואורידים בציפוי, בתנאים הבאים של המבנה:

- ★ נפח עמדת העבודה הוא לפחות 300 מ"ק לכל רתך;
- ★ גובה התקרה לפחות 5 מטרים;
- ★ אין הפרעות לאיוורור על-ידי מחיצות, מכונות גדולות וכו'.

באולמות שאינם עונים על דרישות אלו דרוש איוורור מאולץ בספיקה של 60 מ"ק לשעה לרתך לפחות. הימצאות פלואורידים בציפוי האלקטרודות, או חומרים רעילים אחרים, תדרוש איוורור יותר אינטנסיבי, כך גם עפ"י התנאים המיוחדים של האולם והחומרים.

### **איוורור מקומי**

יש להשתמש באיוורור מקומי באותם המקרים בהם דרוש סילוק העשן, כיוון שדילולו באוויר בלבד אינו מספיק. זהו האמצעי הזול והפשוט ביותר, וגם היעיל ביותר, לסילוק העשן.

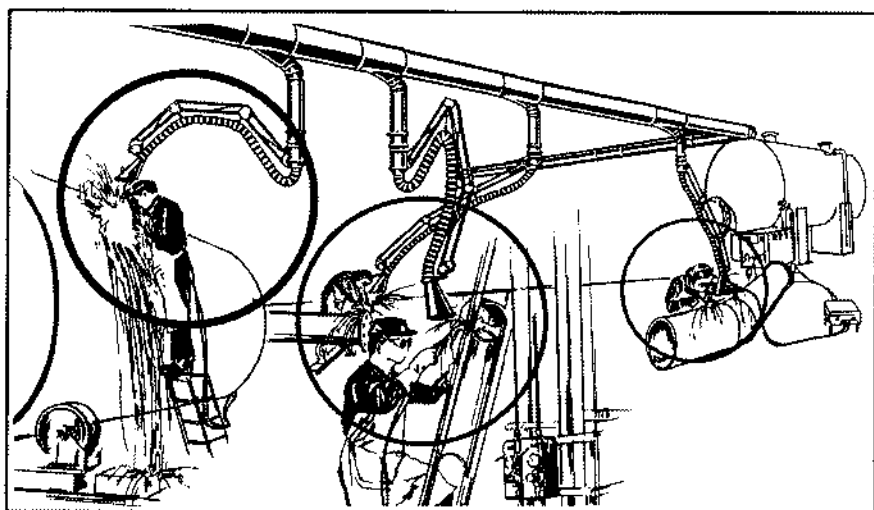
השימושים המקובלים הם:

★ מאוורר קבוע בכל גג מעל נקודת עבודה ולפחות שתי דפנות המכסות את פעולת הריתוך או החיתוך, ושמהירותו הקווית של האוויר היא לפחות 15 מטר בדקה (בכיוון מהרתך והלאה);

★ מנדף נע בחופשיות, בעל צינור גמיש, שהרתך מציב אותו בקרבה מירבית למקום הריתוך. מהירות האוויר ליד מקום הריתוך לא תפחת מ-30 מטר בדקה, וספיקת האוויר תהיה מ-5 מ"ק בדקה כאשר המנדף מוצב 10-15 ס"מ ממקום הריתוך ועד 20 מ"ק לדקה כאשר המנדף מוצב במרחק 25-30

ס"מ. הדבר מתאים במיוחד לעבודת ריתוך בישיבה בתא ריתוך, אולם יתאים לכל עבודה, בתנאי ששומרים על המרחקים מהריתוך. מהירות אוויר בת 30 מטר בדקה לא תפריע למעטה גז המגן הקיים בריתוכי מיג או טיג, אולם יש להקפיד שלא תעלה על ערך זה;

★ יונק אוויר המופעל באוויר דחוס יכול לשמש לסילוק העשן מאיזור הריתוך או לדילולו. באמצעות מערכת כזאת מסולק העשן לרוב אל תוך האולם בו מבצע הריתוך. ניתן להשתמש בו במקומות סגורים למחצה, בהם נדרש דילול העשן. (איור 28 מראה דוגמאות שונות לאיזור מקומי.



איור 28. דוגמאות שונות של מערכות איזור מקומי

במקרים בהם חייב הרתך לרכון מעל לנקודות הריתוך, מומלץ השימוש במאוורר מקומי שימנע הגעת העשן אל פניו.

האיזורור המקומי יפריע אם יש בקרבת מקום הריתוך ממיסים, כגון: טריכלוראתילן, ופרכלוראתילן, מאחר שכמות אדים נוספת תימשך לסביבת הריתוך.

ההגנה מפני האדים הנ"ל מתבצעת כדלקמן:

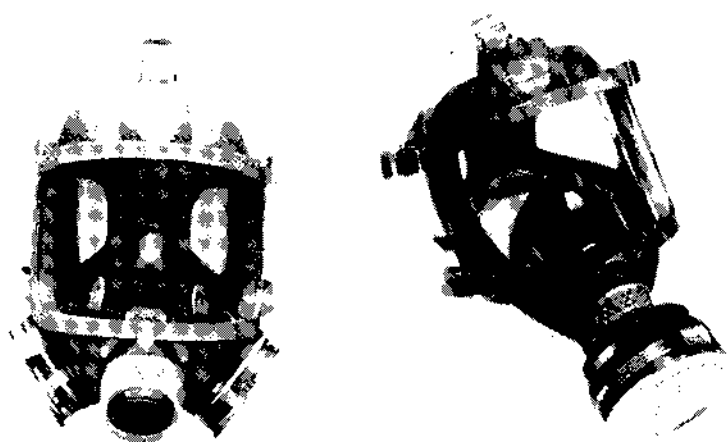
- מתן הסבר לרתכים ולסובבים אותם בדבר מהות הסכנה ובדבר סימני ההתראה (ריח).
- הרחקת כל מקור אפשרי לחומרים אלה מסביבות החיתוך;
- הפסקה מיידית של כל פעולת חיתוך עם הופעת הריח המיוחד, והמשכה רק אחרי טיהור מוחלט של האוויר מחומרים אלה.
- יש לזכור שכנת התלקחות שעלולה לקרות בנוכחות חומרים כנ"ל.

## ציוד מגן לנשימה

בציוד מגן לנשימה משתמשים באתם המקרים שבהם האיוורור המקומי אינו מעשי או כתוספת לאיוורור מקומי בעת שמדובר בחומרים רעילים במיוחד. מסיכות המחוברות למקור אוויר טרי נותנות הגנה מספקת נגד כל סוגי המזהמים והן הציוד המועדף.

קיימות גם קסדות רתכים המחוברות בצינור למקור אוויר טרי, אולם הן אינן זוכות באהדה בקרב הרתכים.

גם מסיכות המצוידות במסננים מתאימים מספקות הגנה מספקת, אולם יש להקפיד בהתאמתן לחומרים הרעילים ולתחזק אותן כראות ולפי הוראות היצרנים. השימוש בהן אינו מומלץ עקב הקושי במילוי משימה זו (ראה איור 29).



איור 29. דוגמאות של מסיכות בעלות מסננים

בכל מקרה בו יימצאו אדי כספית, פחמן חד-חמצני או חנקן דו-חמצני באוויר יש להגן על הנשימה אך ורק במסיכה עם מסננת מתאימה או במסיכה המחוברת למקור אוויר טרי.

על סמך בדיקות שנעשו בעולם נקבעו ערכי הריכוזים המירביים המותרים של גזים או אדים, אשר לגביהם מותרת חשיפת העובדים. חלק מהם, השכיחים בשעת ביצוע עבודות ריתוך או חיתוך, מובאים להלן. יש לקחת בחשבון שערכים אלה מתעדכנים מדי שנה בשנה. המחוקק הישראלי אימץ את ערכי ה-ACGIH (אגוד ההיגייניסטים בארה"ב) בתקנות ארגון הפקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א, 1990, בסעיף 5, למעט אלו שפורטו בתוספת הראשונה ובתקנות הספציפיות.



## להלן דוגמאות של ערכים מירביים מותרים לגזים ואדי מתכת באוויר

שם הגז או האד	חשיפה משוקללת מותרת*
	חלקיקים למיליון
אוזון	0.1
חנקן דו-חמצני	3.0
פרכלוראתילן	25
פוסגן	0.1
טריכלורואתילן	50
שם החומר	מיליגרם למ"ק אוויר
בריליום	0.002
קדמיום	0.01
קובלט	0.05
כרום (2, 3 ערכי)	0.5
כרום (6 ערכי)	0.05
צינק כרומט	0.01
כרומט העופרת	0.012
נחושת	0.2
עופרת	0.1
מנגן	1.0
כספית	0.05
ניקל	0.05
כסף	0.1
תחמוצת ונדיום	0.05
תחמוצת אבץ	5.0

\* **חשיפה משוקללת מותרת** - TLV-TWA - הרמה המשוקללת המירבית של גורמים כימיים ופיסיקליים באיזור עבודתו של העובד, אשר לגביה מותרת חשיפה במשך יום עבודה של 8 שעות מתוך יממה.

## ביגוד מגן

ביגוד המגן הדרוש לביצוע עבודות ריתוך שונות ישתנה בהתאם לסוג העבודה, המקום בו היא מתבצעת ושיטת הריתוך. אולם בכל מקרה עליו להגן על הרתך מפני כוויות, נתזים לוהטים ומפני הקרינה הנפלטת מקשת הריתוך באותן שיטות בהן הקשת גלויה (ראה איור 30).

בגדי צמר עדיפים על בגדי כותנה הואיל ואינם ניצתים בנקל, כבגדי כותנה, ואינם מתפרקים עקב פעולתה של קרינת קשת באותה מהירות שבה מתפרקים בגדי הכותנה (במיוחד בשיטת המיג). בגדי הצמר אף מסייעים בהגנה על הרתך מפני שינויי טמפרטורה חיצונית. בגדים עשויים מסיבים סינתטיים אסורים ללבישה על-ידי הרתכים.



איור 30. רתך בביגוד עבודה  
מוגן כהלכה

על הבגדים להיות נקיים מכתמי שמן או משחת סיכה (גריז) כדי למנוע סכנת הצתה. נתזים לוחטים מסוגים שונים (מתכת, סיגית) עלולים לעוף לתוך כיסים פתוחים, שרוולים מקופלים, נעליים הצאיות וסנדלים; ובמקרים מסוימים (ריתוך מעל הראש) גם על השערות. מסיבה זו יש לרכוש את כל הכיסים בחולצה, במכנסיים או בסרבל, ואין להשתמש בבגד שכיסיו אינם ניתנים לרכישה. להגנה על הרגליים אין להשתמש בסנדלים כי אם בנעלי עבודה גבוהות או בקרסוליות, ועל המכנסיים להשתפל מעליהן. על הנעליים להיות יבשות. בכך הן מבודדות חשמלית. מומלץ מאוד השימוש בסינר עור או בריזנט, המגן הן מפני החום הנפלט מהעובד והן מפני נתזים למיניהם. בעת ביצוע ריתוך מעל הראש יש להשתמש בכיפת עור מיוחדת ובשכמיית עור המיועדת לכך כדי להגן על הראש, העורף, הכתפיים והגב.

על הידיים יש להגן בעזרת כפפות עור מיוחדות לריתוך, המגינות הן בפני חום ונתזים לוחטים והן מפני מעבר זרם חשמלי. יש להקפיד שתהיינה יבשות ונקיות משמנים ושומנים. אורכן חייב להבטיח כיסוי השרוולים החפזים.

במקרים רבים יש להגן על האוזניים הן מפני רעש והן מפני חום ונתזים. פקקים מתאימים, עשויים ספוג סינטטי או גומי, ומגיני אוזניים, הם אמצעי המגן במקרים אלה.

קסדות מגן מיועדות להגנת הראש מפני עצמים העלולים ליפול עליו. גם בעבודות ריתוך קיימת לעתים סכנה כזו ויש לפעול בהתאם.

מובן שכל בגדי המגן שפורטו לעיל חייבים להיות תקינים, לא משופשפים, נקיים משמנים ויבשים.

**זכור: בגד רטוב מוליך חשמל!**

## בטיחות בטיפול במערכת האספקה של גז מגן

### גלילי גז

הגזים המשמשים כגזי מגן וגזי פלזמה מסופקים בדרך כלל במיכלים, שצורתם גליל, בגדלים שונים, לפי ת"י מס' 712 "גלילים מיטלטלים לגזים - כללי בטיחות".

הגליל - עשוי מתכת, משמש לאחסון גזים דחוסים, מעורבים או מומסים ואינו קבוע במקום.

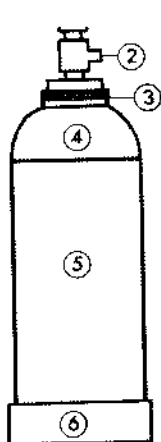
הגלילים בנויים מהחלקים שלהלן (איור 31):

1. מכסה - מתברג על הצוואר ומגן על השפתיים;
2. שסתום - מאפשר בקרה על זרימת הגז מהגליל;
3. צוואר - עליו מתברג המכסה;
4. כתף - החלק העליון של הגליל, בעל קוטר משתנה. עליו טבועים נתוני המיכל;
5. גוף;
6. רגל.

התקן הישראלי הנ"ל וכן ת"י 712, חלק 7, "גלילים לגזים - סימני היכר" כוללים דרישות סימון וצבעי היכר לגלילים כדלקמן:

כל גליל ישא על כתפו סימן טבוע וברור הכולל את הפרטים הבאים:

- ★ שם הגז;
- ★ שם יצרן הגליל או סימנו המסחרי הרשום;
- ★ לחץ המילוי המותר בק"ג לסמ"ר - לגבי גזים דחוסים;
- ★ משקל הגליל הריק, בלי מכסה, ומשקל המילוי המותר - לגבי גזים מעובבים (CO<sub>2</sub>);
- ★ מספר סידורי של הגליל;
- ★ כל סימן אחר הנדרש בתקן;
- ★ תאריך בדיקת הלחץ האחרונה, סמוך ככל האפשר ליד תאריך הבדיקה הקודם.



1. מכסה
2. שסתום
3. צוואר
4. כתף
5. גוף
6. רגל

איור 31. גליל גז דחוס

תוויות סימון תוצמדנה לשסתום כל גליל ותישמרנה בתוך המכסה. על התוויות יופיעו הפרטים שלהלן:

### **לגבי גלילים, הממולאים בארץ**

- ★ שם הגז ונוסחתו הכימית;
- ★ דרגת הטוהר (כהתאם לצורך);
- ★ מטרת השימוש בגז במילים או בסמלים;
- ★ סימוני סיכון בעזרת סמלים;
- ★ לחץ מילוי בק"ג לסמ"ר (לגזים דחוסים) או משקל נטו לגזים מעובים או מומסים;
- ★ מספר סידורי של הגליל (לגזים מעובים ומומסים בלבד);
- ★ שם המפעל הממלא, כתובתו ותאריך המילוי;

### **לגבי גלילים מלאים מיובאים**

- לגופם תודבק תווית ובה יופיעו:
  - ★ שם וכתובת היבואן;
  - ★ סימני סיכון במילים או בסמלים;
  - ★ דרגת הטוהר (לפי הצורך).
- הצבעים של מיכלי גזי המגן והפלזמה הם כדלקמן:
- אוויר דחוס:** גוף - ירוק; כתף - ירוק.
  - חנקן:** גוף - אפור; כתף - שחור.
  - ארגון:** גוף - אפור; כתף - מוכסף (אלומיניום).
  - פחמן דו-חמצני:** גוף אפור; כתף - אפור.

### **מחסנים לגלילי גז**

"מחסן" בהתאם לתקן הישראלי 712 מכיל 400 מטרים מעוקבים גז או 50 גלילים, לפי המידה הגדולה מהשתיים. מחסן כזה חייב:

- ★ להימצא מעל לקרקע.
- ★ מרחקו המזערי ממחסנים אחרים, ממשרדים או מדרכים ציבוריות יהיה 15 מטר, ולפחות 6 מטרים מחומרים דליקים ומקור אש או חום. מבנה המחסן יהיה בן קומה אחת ואפשרית גם סככה הנותנת צל ומגינה מפני גשם.

הרצפה תהיה ישרה ולא תגרום החלקה, והחומר ממנו היא בנויה יהיה עמיד בפני אש למשך שעה לפחות.

הגלילים יאוחסנו באולם שיש בו קיר חיצוני אחד לפחות, גם הריהוט יהיה עשוי מחומרים עמידים בפני אש.

בתקרה או בקיר החיצוני של האולם יותקנו פתחי ניפוץ, ששטחם לפחות עשירית מ"ר לכל 1.4 מ"ק אוויר של האולם. גובה התקרה - לפחות 3 מטרים.

דלתות וחלונות יהיו מורכבים על צירים ונפתחים כלפי חוץ. הם ייוצרו מחומרים העמידים בפני אש למשך שעה אחת לפחות.

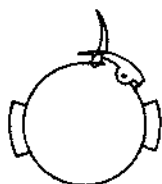
מיכלי גז דליקים יאוחסנו עם שסתומים ומכסים מוברגים עליהם.

גלילי חמצן יאוחסנו בנפרד מגלילי גזים דליקים. אם לא ניתן להפריד ביניהם, יש להקים מחיצה בגובה 1.5 מטר לפחות, עשויה חומר עמיד בפני אש למשך שעה אחת לפחות.

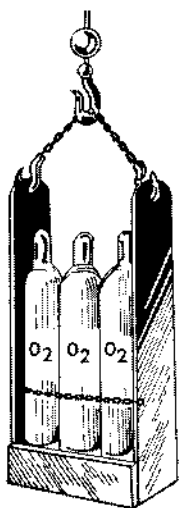
### שינוע גלילי גז

שינועם של מיכלי גז חייב להיעשות בזהירות רבה. משקלם הרב הופך אותם למסוכנים למטלטל אותם. השינוע מסכן גם את המיכלים, הואיל וחוזקם עלול להיפגע בגין מכות שיספגו בשעת נפילה. לשם העברתם ממקום למקום קיימים אמצעי העזר הבאים:

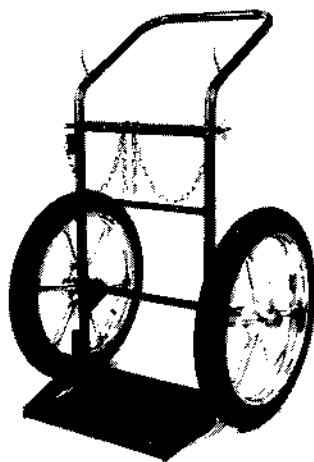
- ★ חבק לשינוע ידני (איור 32).
- ★ עגלת הסעה למיכל יחיד.
- ★ עגלת הסעה לשני מיכלים (איור 33).
- ★ מארז לשינוע בעזרת עגורן (איור 34).



איור 32. חבק לגליל גז לאחיזה בו בשתי ידיים



איור 34. ארגז לטילטול גלילי גז באמצעות עגורן



איור 33. דוגמה של עגלת הסעה לשני מיכלי גז

שמירה על מספר הוראות בטיחות לשינוע מיכלי גז תבטיח את העוסק בכך מפני תאונה. ואלו הן ההוראות:

- ★ שינוע גלילי גז באמצעות עגורן יבוצע תוך שימוש בארטה מיוחדת המיועדת לכך.
- ★ השימוש במענב רגיל או במגנט הרמה אסור.
- ★ בכל שינוע יהיה מכסה הגליל מוברג אליו היטב.
- ★ אסור לגרור מיכלי גז על הרצפה או להניעם על-ידי סיבוב על רגלם.
- ★ בעת שינוע בכלי רכב ייקשרו המיכלים היטב להתקן המיועד לכך, או לרכב עצמו, ויובטח שלא יפלו, לא יתנגשו בעצמים אחרים, ברכב או במיכלים אחרים.
- ★ יש להציב את המיכלים במקום מרוחק ממקור חום או להבה.
- ★ מגע המיכלים במערכות חשמל כלשהן אסור.
- ★ המיכלים לא ישמשו אמצעי-עזר להובלת עצמים אחרים (בשמשם כגלילים המונחים על הריצפה).
- ★ מיכל ריק יסומן במלה "ריק", שתיכתב עליו בגיר.
- ★ מיכלים ריקים יאוחסנו בנפרד ממיכלים מלאים.

## שסתומים

שסתומי המיכלים הם החלק הרגיש שלהם. תקן ישראלי מס' 637 "גלילים לגזים: שסתומים" מגדיר את מבנה השסתומים, את החומרים מהם הם עשויים ואת התאמתם לסוגי הגזים השונים.

יש להקפיד על שמירת השסתום מפני מכות, מגע עם חומרים מזיקים או מערכת חשמל. כל אימת שיש הפסקה ארוכה בשימוש בגז שבמיכל, יש להסיר ממנו את הזוּסֵת ולהבריג את הכיפה, וזאת על-מנת להבטיח את שלמותה שסתום. מיכל שאינו מוצב אנכית מסכן את שסתומו והצבה כזו אסורה.

## וסתי לחץ

הואיל ולחץ הגזים שבמיכלים עולה על הלחץ הדרוש לעבודות הריתוך והחיתוך יש להרכיב על המיכלים וסתי לחץ, שבאמצעותם מתאימים את לחץ הגז ללחץ הנדרש בריתוך. במרבית המקרים משתמשים בוּסֵתֵי לחץ שמורכב עליהם מד-ספיקה, המראה כמה ליטרים גז זורמים דרכו, כיוון שהספיקה היא המידה הניתנת בנתוני הריתוך.

לפני טילטול או שינוע של מיכל גז יש להסיר מעליו את הוּסֵת. אין להרים את המיכל תוך אחיזה בוּסֵת, כי אין הוא בנוי לכך וקיימת סכנה שיישבר והמיכל יפול על רגליו של המרים.

## מחממי גז

בעת התנדפות גז פחמן דו-חמצני מתוך הנוזל שבמיכל, חל בו תהליך של קירור, נולל סביבתם הקרובה, לרבות וסת הגז. הסימן האופייני למצב זה הוא הופעת טיפות מי עיבוי על וסת הגז. מסיבה זו יש לחמם את הגז לפני כניסתו לווסת או את הווסת כולו; ואמנם קיימים ווסתי CO<sub>2</sub> המכילים גוף חימום חשמלי. גופים אלה פועלים במתח 220 וולט ישירות מהרשת, או דרך הרתכת, ומובן שמתח זה מהווה סיכון.

יש להתייחס אל המחמם כאל כל התקן חשמלי המחובר ישירות לרשת, ובמיוחד יש להקפיד על כך שיוארק היטב. הטיפול בו ייעשה רק על-ידי חשמלאי מורשה ורק לאחר ניתוק מרשת החשמל.

## צינורות ומצמדות

הגז מובל מווסת הגז בזרנוק גמיש ישירות אל שסתום הגז, הממוקם ברתכת והמופעל באופן אוטומטי בעזרת המתג הקבוע בידית הריתוך.

התקן הישראלי 714 "זרנוקי גומי לריתוך", קובע שצבעו של זרנוק לגז אינרטי יהיה שחור. התקן קובע גם את מבנהו, מידותיו, חוזקו, עמידותו בלחצים, הידבקותן של שכבותיו, התבלותו והתלקחותו של הזרנוק. כן קובע התקן את השיטות השונות לבחינת כל הנתונים הללו.

כדי להצמיד את הזרנוק אל הווסת שעל מיכל הגז ואל השסתום שברתכת, יש להשתמש במצמדות מתאימות, קבועות או בעלות בורג ולהקפיד על הידוק נכון.