

נהלי עבודה בטיחותיים

עבודות ריתוך, הלחמה וחיתוך בלהבת גז מלוות סיכונים, שניתן למונעם, על-ידי הכרת התכונות של חומרי הגלם, וטיפול נכון בהם, הפעלתו של ציוד תיקני בלבד, ואיחסון ואחזקה בצורה נכונה – כפי שכתבנו בפרקים הקודמים.

בנוסף לכך (אולי במידה גדולה יותר אפילו) ניתן למנוע תאונות על-ידי הרחקת גורמי הסיכונים החיצוניים עוד לפני התחלת העבודה, ושמירה קפדנית על כללי הבטיחות בשעת ביצועה.

תכנון וארגון העבודה

הכנת הציוד

העדר ציוד תקין, או מחסור בחלפים, הינם גורמים חשובים ביצירת מצבים מסוכנים. מצבים אלה עלולים להיווצר בעקבות תכנון לקוי. על-כן מומלץ גם לוותיקים שבין בעלי המקצוע, כי לפני היציאה לעבודה, במיוחד אם היא מיועדת להתבצע בריחוק מבית המלאכה או מהמחסן, להיעזר ברשימת ציוד לתזכורת, כדי למלא את החסר בעוד מועד.

לדוגמה:

- 1) גז דליק (בגלילים) וחמצן (בגלילים) בכמות הדרושה.
- 2) מבער לריתוך/הלחמה נקי, במצב עבודה תקין, ומצוייד בסידרת ראשים לפי הצורך.
- 3) מבער לחיתוך נקי, במצב עבודה תקין.
- 4) וסתי לחץ מתאימים לחמצן ולגז הדליק שבשימוש, במצב עבודה תקין.
- 5) בולמי להבה מתאימים לחמצן ולגז הדליק שבשימוש.
- 6) צינורות גמישים תקינים לכל גז המיועד לשימוש, במצב תקין לעבודה, ומצויידים במהדקים ובמחברים במצב תקין לעבודה.
- 7) מפתחות מתאימים לפתיחת שסתומי הגלילים ובמיוחד לגליל האצטילן.
- 8) ציוד מגן אישי במצב תקין ובכמות מספקת כמו: קסדות מגן, משקפי מגן, כפפות, נעלי בטיחות, ציוד הגנה על הנשימה בהתאם למיקום ולמתכת, חגורת בטיחות מצויידת בחבל, באורך שיתאים לסוג ולמיקום מקום העבודה, אם היא מיועדת להתבצע בתוך מיכל או במקום סגור אחר, וכו'.
- 9) ציוד לכיבוי אש.
- 10) ציוד עזרה ראשונה.
- 11) ציוד טילטול ושינוע (עגלות, מנופים וכו').
- 12) ציוד שיאפשר הצלת העובד וחילוץו ממקום העבודה.

התקנת הציוד במקום העבודה

הצבת חומרי הגלם

את הגלילים (חמצן, חומר דליק) יש להציב במקום נוח לגישה, מחוץ לדרכי מעבר של ציוד ובני אדם, ולהעמידם במאונך. יש לוודא שהגלילים יוצבו רחוק ככל האפשר ממקורות חום ואש פתוחה, או יש להפריד ביניהם לבין מקורות החום או האש הפתוחה, באמצעות מחיצה.

אם הגלילים עלולים להיות חשופים לקרני השמש יש להגן עליהם באמצעות גגון, סככה או כל אמצעי מתאים אחר.
את הגלילים יש להבטיח מפני נפילה, על-ידי קשירה לעצם יציב, או על-ידי התקנתם על גבי עגלה מיוחדת, מצוידת באביזרי חיבור מתאימים.
יש להכין היטב את המקום המיועד להצבת הציוד ולביצוע העבודה להרחיק ממנו כל חומר דליק ובמיוחד לנגב שלוליות או כתמי שמן. אם אין אפשרות להרחיק פריטים דליקים, חייבים להגן עליהם בלוחות פח, או לכסותם בברזנט לח.

הרכבת וסתי הלחץ לשסתומי הגלילים

לאחר הורדת מכסה המגן של גליל החמצן או הגז הדליק (חוץ מאצטילן) ואיחסונו במקום נקי (יש להקפיד במיוחד שיהיה רחוק ממגע עם כתמי שמן), יש לפתוח מעט את שסתום הגליל ולסגור אותו מייד, כדי לשחרר את המעברים מלכלוך או מגוף זר כלשהו. אפילו גרגיר אבק שנצמד למעברים עלול להשחית את תושבת שסתום הכניסה, או לחדור לתוך הוסת ולגרום לאיבוד לחץ (וודא שאין אנשים בקרבה ובכוון של הפתח בעת שחרור הגז). יש לחבר את הוסת אל שסתום הגליל, ולהדק את האום המחבר בעזרת מפתח מתאים. יש לוודא כי החיבור מהודק כהלכה.

אזהרה: מגע החמצן בשמנים עלול לגרום התלקחות עצמית ולהתפוצצות; לכן אין לנגוע במערכת הריתוך בידיים משומנות או בבגדים ספוגי שמן, במיוחד בחלקים הבאים במגע עם חמצן.

חשיבות עליונה נודעת להפעלת גלילי האצטילן בניצב (בעמידה) רק לאחר שנמצאו במצב זה לכל הפחות 12 שעות קודם לכן.
לאחר הסרת מכסה המגן של גליל האצטילן יש לפתוח מעט את השסתום ולסגור מיד באמצעות מפתח מיוחד בעל ידית שצורתה "T" (טי). אחר כך יש לחבר את הוסת לגליל בעזרת מצמד.

אזהרה: פתיחת הניקוי של המעברים חייבת להתבצע במקום מאורר היטב ומרוחק ממקור הצתה כלשהו.

פתיחת השסתומים של גלילי החמצן ושל האצטילן כאחד חייבת להיעשות כשהעובד עומד בצד השסתום או מאחוריו, ולא מול פתח יציאת הגז.
יש להימנע מהפעלת כוח רב מדי בשעת הידוק אום החיבור של הוסת לשסתום הגליל כדי למנוע את השחתת ההברגה.
אם לא הושגה אטימה מספקת לאחר ההידוק יש לפרק את החיבור, לנקות את ההברגות והמעברים, ולהרכיב מחדש. במקרה של חוסר התאמה בין הברגות הוסתים לאלה של השסתומים יש להשתמש בצינור מעבר מתאים.
לפתיחת השסתום יש להקדים שיחרור ידית ויסות הלחץ, כדי למנוע בלאי ונזקים לאביזרי הווסתים, ובמיוחד לאביזרי המדידה.

הרכבת הצינורות הגמישים והמבער

כדי למנוע חיבור לא נכון של צינורות לגזים השונים יש להקפיד על הצבעים התקינים שלהם. (צינורות לאצטילן ולגזים דליקים צבועים באדום, צינורות לחמצן צבועים בירוק או בכחול, צינורות לאוויר וגזים מנטרלים צבועים בשחור). כמו כן יש לדאוג שהחיבורים ייעשו בעזרת הברגות שונות במצמדים מיוחדים.

לפני הכנסה לשימוש של צינורות גמישים חדשים יש לסלק את אבקת הטלק שנותרה בהם על-ידי הזרמת אוויר או חנקן בלחץ. אסור להשתמש בחמצן לפעולת ניקוי של צינור גמיש המיועד לאצטילן.

אפשר להשתמש בחמצן לניקוי צינורות גמישים המיועדים לחמצן אפשרי, והתהליך יכול להתבצע על-ידי חיבור קצה של צד אחד של הצינור אל פתח היציאה של הוסת, כשקצהו השני פנוי. הזרמת החמצן תבוצע כאשר מחוג מדהלחץ של תא הלחץ הנמוך מצביע על לחץ שלא יעלה על - 0.35 ק"ג לסמ"ר.

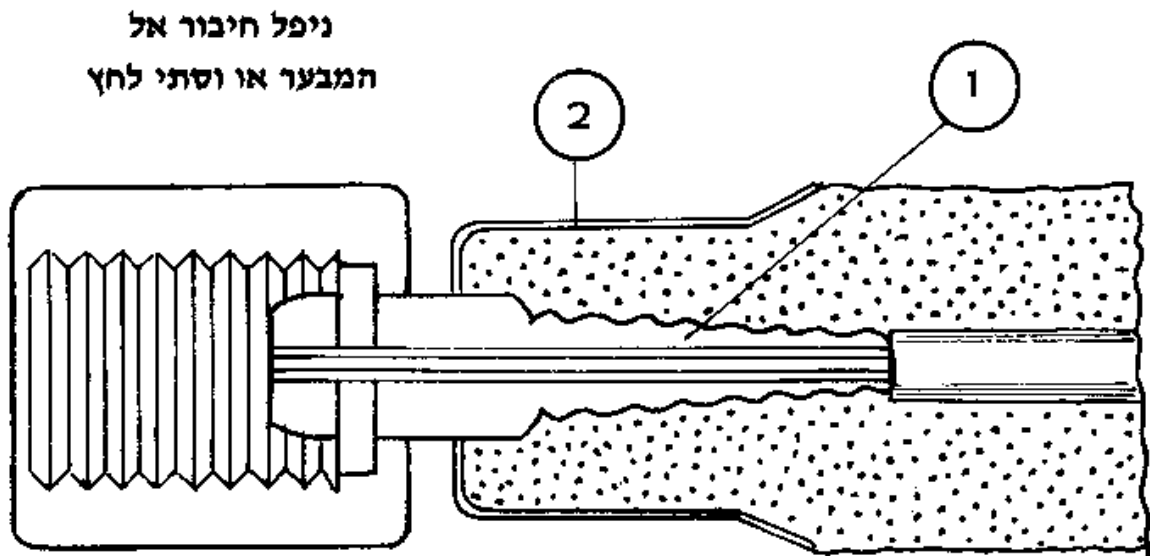
תהליך ניקוי צינורות גמישים המיועדים לאצטילן יהיה זהה לזה של ניקוי צינורות המיועדים לחמצן, פרט לכך שיש להשתמש בגז אינרטי.

את חיבור הצינורות לוסת, לשם ניקוי, מבצעים בעזרת צינור-מעבר מתאים, או על-ידי הצמדה ביד.

אזהרה:

ניקוי צינורות גמישים על ידי הזרמת גז דליק אסור בתכלית האיסור.

ניתן לרכוש בשוק מעברי חיבור והידוק שונים, אך יש לבחור תמיד את הסוגים המבטיחים אטימות מירבית וחיבור טוב. יש להעדיף חיבורים שהוכנו בידי היצרן, כמו הדוגמה שבאיור, בה הזרבובית (1) מהודקת אל הצינור באמצעות טבעת לחץ (2).



- חיבור צינור גמיש לאביזר בעל הברגה
1. זרבובית עשויה מתכת מוכנסת לתוך הצינור
 2. טבעת לחץ המהדקת את הצינור

את אביזרי החיבור יש להתקין בקצות הצינור, אחר שחותכים אותו בזווית של 90° כלפי הציר. בשעת החלפת אביזר החיבור מכל סיבה שהיא, יש לחתוך את הצינור מחדש מעבר למקום הידוקו הקודם.

יש להבטיח כי אורך צינור החמצן יהיה תמיד שווה לאורך הצינור המוביל גז דליק, וזאת כדי למנוע התנגדות או כיפוף בשעת קשירת הצינורות זה לזה. שלמות הצינורות הגמישים בעת העבודה תובטח על-ידי מניעת פגיעה בהם על-ידי גופים נעים, דריסה על-ידי כלי רכב, והשפעת חום או אש גלויה. זאת על-ידי כיסויים בברזל זווית, הטמנתם בתעלה, השחלתם דרך צינורות, או תלייתם בגובה.

לבסוף מחברים את הצינורות המתאימים למבערים. הרכבת ראשים מתאימים למבערים מסיימת את הכנת המערכת לפעולה, ונותר רק לבדוק את אטימות החיבורים.

בדיקת אטימות החיבורים

על הבדיקה להיעשות בשיטתיות ובסדר הנכון. רק כך אפשר להבטיח שלא תיגרם תאונה עקב דליפת הגז הדליק או החמצן, או שניהם יחד. הסדר המומלץ הוא:

- לוודא ששסתומי המבערים של החמצן והאצטילן (או גז דליק אחר) סגורים.
- לפתוח את שסתומי הגלילים בזהירות ובאטימות, כשהבודק עומד מאחורי מדי הלחץ של הווסתים או מצידם, אף פעם לא לפניהם.

את השסתום של גליל החמצן יש לפתוח באופן הדרגתי, כדי שזרימה חזקה ופתאומית לא תפגע בפעולתם התקינה של מדי-הלחץ. פתיחה הדרגתית של השסתום תגרום לתנועה איטית של מחוג מדי-הלחץ. רק עם הפסקת תנועתו יש לפתוח את השסתום למלוא יכולתו.

יש לפתוח בזהירות ובהדרגה גם את שסתום גליל האצטילן, באמצעות מפתח בעל ידית שצורתו "D" (טי), עד אשר תיעצר תנועת מחוג מדי-הלחץ בתא הלחץ הגבוה. רק אז אפשר לפתוח את השסתום סיבוב או סיבוב וחצי, לכל היותר. את מפתח השסתום של גליל האצטילן יש להשאיר מוצמד אל הגליל בהישג יד, למקרה שיווצר מצב שבו יש צורך לחזור ולסגור את השסתום במהירות.

לבדיקת האטימות יש לפתוח את ידית הוויסות של וסת האצטילן, ולבדוק את מדי-הלחץ. על מדי-הלחץ להגיע ללחץ עבודה של כ-0.7 ק"ג לסמ"ר. את בדיקת האטימות יש לעשות בעזרת תמיסת סבון (מי-סבון), אותה מורחים בנקודות החיבור הבאות:

- א. צוואר הציר של שסתום גליל החמצן,
- ב. צוואר הציר של שסתום גליל האצטילן,
- ג. נקודת החיבור בין וסת הלחץ לשסתום של גליל החמצן,
- ד. נקודת החיבור בין וסת הלחץ לשסתום של גליל האצטילן,
- ה. כל חיבורי הצינורות הגמישים (ביניהם, לוסת ולמבער),
- ו. שסתומי המבער.

רק לאחר שהבדיקה הוכיחה כי המערכת אטומה, או לאחר שתוקנו הנקודות הדולפות, אם נמצאו כאלה, אפשר להתחיל בעבודה:

ראשית, פותחים את וסת החמצן שעל המבער, ואחר כך את וסת האצטילן (או הגז הדליק). מדליקים באמצעות מצית, ומווסתים את התערובת לקבלת הלהבה הרצויה. מקפידים שהלהבה לא תכוון אל חומר דליק, או אל גוף האדם.

הכנות באתר עבודה זמני

לתנאי המקום וסביבתו תפקיד חשוב בקיום הבטיחות בעבודה. לכן אין לוותר על סיקור מוקדם של אתר העבודה וסביבתו, לצורך גילוי סיכונים אפשריים, ותכנון פעולות למניעתם.

טוב יעשה האחראי לעבודה אם ינהיג נהלים שיחייבו ביצוע הסקר, הוצאת מסקנות בכתב, ופיקוח יעיל בעת העבודה.

לנהלים יינתן משנה תוקף, ותחושת האחריות של המעורבים ושל האחראי במקום תגבר, אם יקבלו ביטוי בכתב, בצורה של הוראת עבודה ספציפית לכל מקרה, שתכלול את הפרטים הבאים:

הוראות עבודה

(עבודות ריתוך, הלחמה וחיתוך)

אל: (שם האחראי לביצוע העבודה) _____

1. אתר העבודה: כתובת _____ מבנה _____

מחלקה: _____ קומה _____

2. תאור דרישות העבודה (מטרות): _____

3. אמצעי בטיחות מיוחדים (כולל בגדי עבודה וציוד מגן אישי): _____

4. נותן ההוראה: שם _____ תפקיד _____

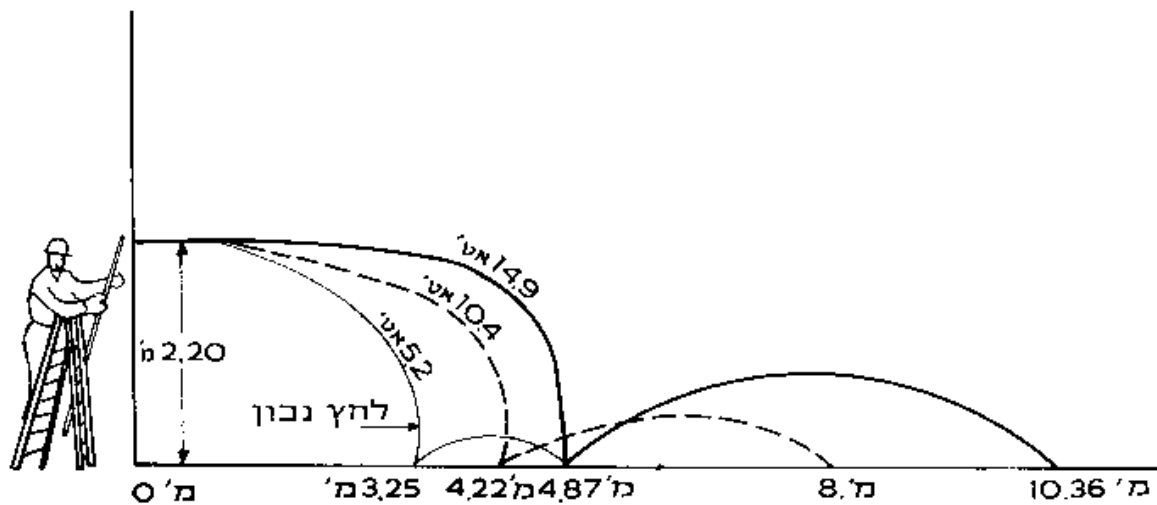
הצהרה: תנאי הבטיחות המפורטים בהוראות העבודה מבוססים על סקר צרכי עבודה, מקומה וסביבתה.

תאריך: _____ חתימה: _____

הנהגת נהלי-בטיחות ספציפיים בכתב מומלצת בכל מקרה של ביצוע עבודות מחוץ למקום עבודה קבוע, המתוכנן במיוחד. אין לוותר עליהם במיוחד במקרים שבהם יש חשש לסיכונים שעליהם ידובר להלן.

סיכוני אש

דליקות עקב פיזור גיצים תדירותן גבוהה בעבודות בהן מפעילים ציוד נייד ובמיוחד בעבודות חיתוך. זאת מאחר וכמות הגיצים רבה יותר, ומרחב פיזורם גדול יותר, האיור שלהלן נותן ביטוי גרפי למספר מצבים של פיזור גיצים, המבוססים על לחץ הזרימה של התערובת הדליקה.



מרחק התפזרות הגיצים בשעת ריתוך וחיתוך בלהבת גז תלוי בלחץ הזרימה של התערובת הדליקה

דליקה כתוצאה מחלקיקי מתכת מותכת או בוערת אפשרית, מאחר וחלקיקים גדולים שומרים על חום במשך זמן רב. דבר זה עלול ללבות אש ולגרום לשריפה אחרי גמר העבודה, כאשר לא יימצאו עוד בני אדם בסביבה, היכולים לפעול לכיבוייה בעוד מועד.

דליקה כתוצאה ממעבר חום באמצעות חלק של מבנה או מערכת אוורור וכיו עלולה להיגרם עקב עבודות ריתוך או הלחמה, או חיתוך של קטע בצנרת או של קונסטרוקציה מתכתית. הדליקה עלולה להיגרם אפילו במקום מרוחק ונסתר ממקום ביצוע העבודה, עקב העברת החום.

פיצוץ או דליקה עלולים להיגרם עקב ביצוע עבודה בלהבה פתוחה במקום סגור, שבו האווירה נפיצה, או עקב עבודת תיקון בכלי שהכיל מקודם חומר דליק.

אמצעי הבטיחות הדרושים למניעת סיכוני אש

האמצעים למניעת סיכוני אש הם רבים ומגוונים, למרביתם ניתן ביטוי בתקנים שפורסמו על-ידי האגודה הלאומית האמריקאית להגנה מפני אש (N.F.P.A.). בכל מקרה יש להביא לאתר העבודה ציוד נייד לכיבוי אש בכמות מספקת, ויש לוודא כי לפחות אדם אחד, המאומן בשימוש בו ובהפעלתו, יימצא בכל עת במקום בשעת העבודה. להלן מספר נתונים הלקוחים מהתקנים הנ"ל, העשויים לתת תשובה הולמת ברוב המקרים המצויים:

— אתר העבודה

במרחק כ-10 מ' לכל הכיוונים מנקודת העבודה:
★ יש לשמור על שטח נקי על-ידי סילוק חומרים דליקים, כגון פסולת טקסטיל, עשבים יבשים וכדומה.

- ★ יש לכסות רצפות עשויות חומרים דליקים בחול לח, בלוחות פח או בכל חומר אחר, העמיד בפני אש.
- ★ יש להרחיק או לכסות את כל הנוזלים הדליקים בחומר עמיד בפני אש.
- ★ פתחים ברצפה או בקירות יכוסו, כך שלא יהוו מקום מעבר לגיצים.
- ★ במקומות שבהם לא ניתן לשמור על שטח נקי מחומרים דליקים ברדיוס של 10 מ', ניתן להציב כתחליף מחיצה עשויה חומר עמיד בפני אש.
- ★ אם העבודה מיועדת להתבצע על קיר או תקרה, יש לוודא שאין הם עשויים מחומר דליק, ושלא כוסו בחומר דליק לצרכי קישוט.
- ★ יש לוודא שבעברו השני של הקיר לא מאוחסנים (או נמצאים בשימוש) חומרים דליקים, ולא מותקנות בו תעלות-אוויר (מיזוג-אוויר).

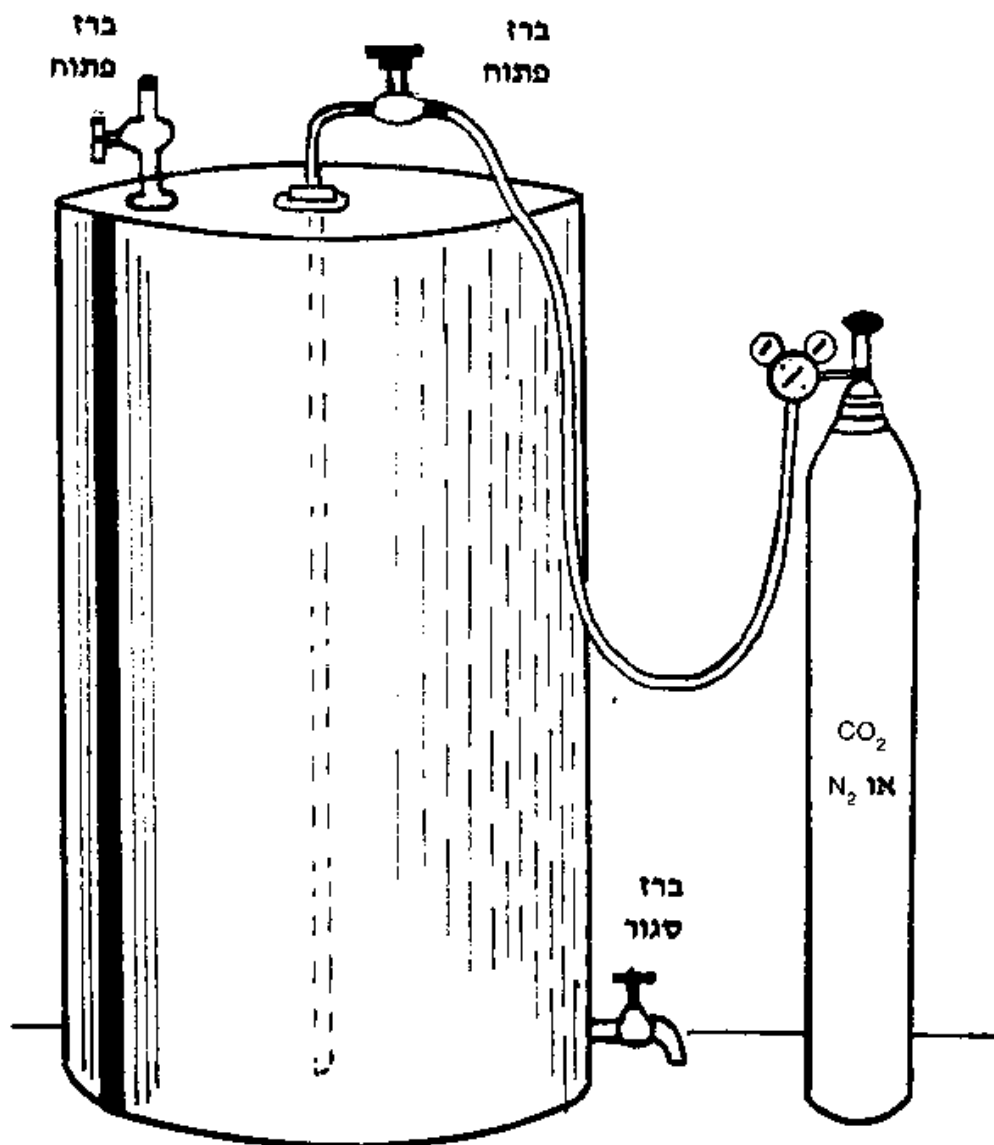
— טיפול במיכלים שהכילו נוזלים או גזים דליקים

- ★ לא יבוצע תיקון כלשהו, ריתוך וחיתוך, במיכלים שהכילו נוזלים, או במיכלים שאין וודאות לגבי החומר שאוחסן בהם, אלא אחרי ניטרול האווירה שבתוכם, עד כדי ביטחון מוחלט שאין בה עוד כדי לשמש תערובת דלקה. "הניטרול", כלומר סילוק שארית הגזים או האדים הדליקים, בא כדי למנוע התפוצצות או דלקה, בשעת מגע עם להבת המבער. משך הזמן המוקדש לניטרול מיכל הינו ארוך, בגלל היסודיות הדרושה, וזה גורם מעכב, אך הכרחי, כדי להבטיח חיי העובד והסובבים אותו, ומונע גם נזק חמור לרכוש.
- ★ את פעולות הניטרול יש לעשות באחת השיטות כדלקמן:
 - שטיפה יסודית במים, אם תכולת המיכל היתה מסיסה במים, כמו חומצת אצטון, כוהל וכו'.
 - שטיפה בטריסודיום פוספט ($\text{Trisodium Phosphat}$), חומר אלקלי אחר או בקיטור, אם תכולת המיכל היתה שמנים, מוצרי נפט וכדומה.
 - איורור — יתבצע בתום פעולת השטיפה, עד אשר ניתן להיווכח באמצעות מכשיר הבדיקה (מד התפוצצות) כי אכן אין עוד חשש מאווירת פנים המיכל, ואפשר להתחיל בעבודות הריתוך, ההלחמה או החיתוך.
 - ניטרול אווירת פנים המיכל במהלך העבודה עצמו ייעשה אם אין ביטחון שהניטרול אמנם בוצע בצורה מושלמת, או אם אין אפשרות לבצע בדיקה, בהעדר מכשיר תקין.
- ★ ניתן לקיים רמת בטיחות גבוהה על-ידי הפעלת אחת השיטות הבאות:
 - מילוי המיכל במים עד סמוך לנקודת העבודה (כמתואר באיור שלהלן), תוך השארת פתח איורור (1).



מילוי מיכל במים עד לקרבת מקום הריתוך לצורך ניטרול אווירה דליקה או נפיצה

– הזרמה בלתי פוסקת של גז מנטרל, תוך השארת פתח איורור.



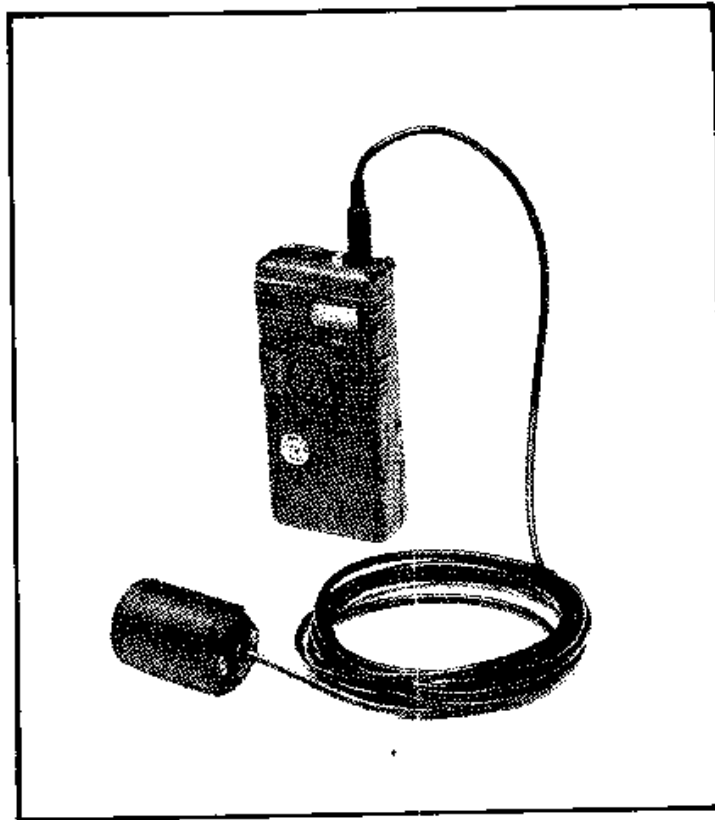
הזרמת גז מנטרל למיכל בשעת ביצוע עבודות ריתוך או חיתוך בלהבת גז לצורך סילוק אווירה דליקה או נפיצה מתוכו

עבודה בתוך מיכל או בחלל סגור

בדיקה

אם היה חומר דליק או מזיק כלשהו במיכל לפני השטיפה, אם יש בו משקע או בוץ, העלולים להפריש גזים או אדים דליקים או מזיקים, או אם יש לחשוש לאפשרות של חוסר חמצן – בכל אחד ממקרים אלה יש לערוך בדיקת האווירה במיכל לפני שנכנסים לתוך המיכל ובטרם מתחילים בעבודה כלשהי הקשורה בחימום (כגון הדלקת מבער).

יש לקבוע קיומם אדים דליקים או רעילים. את אחוז החמצן (חוסר או עודף) קובעים בעזרת מכשירי מדידה, או בעזרת אנליזה כימית. לקביעת אחוז החמצן אין להשתמש במכשירי בדיקה המכילים נוזל, הקולט גם חמצן וגם דורתחמוצת הפחמן. רצוי לעשות בדיקות-ביניים של האווירה לעתים קרובות גם בשעה שהעבודה מתנהלת בפנים המיכל. לפעמים רצוי ליטול דגימות ולערוך בדיקות שוטפות, ולהנהיג שיטת אזעקה אוטומטית.



מכשיר בדיקה לגילוי חוסר חמצן ונוכחות גזים רעילים וחלקים

הכנת המיכל או החלל הסגור לכניסה

בנוסף לסכנה הכרוכה באווירה נפיצה, העלולה לשרור במיכל כתוצאה מתכולתו בעבר, נשקפת לעובד הנכנס למיכל או לחלל סגור אחר, לצורך ביצוע עבודות ריתוך, הלחמה וחיתוך, גם סכנה מנשימת גזים רעילים, הנוצרים מעצם התהליך, או מאזילת חמצן.

בעבודות טיהור פנים המיכל מן הגזים שהיו בתוכו, יש להכשיר את סביבת מקום העבודה, בצורה שתבטיח שלא תיווצר אווירה מסוכנת, שמקורה בגזים הרעילים שסולקו מן המיכל החוצה.

הכנת הסביבה תכלול:

הרחקת בני אדם שאינם חיוניים לביצוע עבודת הטיהור עצמה; איסור העישון בקרבת המיכל, וכמובן איסור השימוש באש גלויה; הרחקת תנועתם של כלי רכב מכניים, והפסקת פעולתם או הרחקתם של כלים ממונעים מכנית או חשמלית; עבודות טיהור יש לעשות אך ורק במזג אוויר שאין בו סכנת ברקים.

טיהור המיכל יתבצע בשלבים כדלקמן:

סילוק משקעים קלים מהמים על-ידי שטיפה במים, המוחדרים דרך כל הפתחים הקיימים, פרט לפתח אחד, הממוקם במקום הגבוה ביותר ומיועד לשמש כפתח ניקוז למשקעים השטים.

בגמר פעולת השטיפה יש לאטום את כל הפתחים, פרט לפתח המיועד לכניסה, וזאת כדי למנוע חדירה חוזרת של גזים מסוכנים מבחוץ.

מיכל ייחשב כמטוהר וכשיר לכניסת אדם אך ורק אם:
הדבר הוכח באמצעות בדיקות במכשירים לגילוי אווירה נפיצה, רעילה או חסרת חמצן, ותועד בכתב.
יש לחזור על כל הבדיקות שצויינו לעיל בכל יום, לפני תחילת העבודה.

איוורור

אם קיים חשש להיעדר תנועת אוויר טבעית מספקת, יש להכין מכשירים לתחלופת אוויר, בסדר גודל שיתאים למצב כדלקמן:
אם נפח המיכל קטן מ-280 מ"ק לכל עובד המיועד לעבוד בתוכו, וגובה התקרה פחות מ-5 מטר, יש להבטיח תחלופת אוויר של כ-60 מ"ק בדקה.
אם תהליך הריתוך יוצר גזים מזיקים יש להוסיף אמצעי שאיבה, המסוגלים לגרום לתחלופת אוויר של כ-30 מ"ק בדקה. מתקני שאיבה אלה אפשר להתקין בעזרת צינורות גמישים, המחוברים אל מחיצות הסוגרות את נקודת העבודה משלושת הצדדים ומלמעלה, או על-ידי מיקום פתח השאיבה של הצינור סמוך ככל האפשר לנקודת העבודה. מידות האביזרים של מתקני השאיבה מותנים במרחק פתחי צינורות השאיבה מנקודת העבודה.
בטבלה הבאה מובאים מספר נתונים, שיש בהם כדי להמחיש זאת.

מידות פתחי צינורות השאיבה ביחס למרחק מנקודת העבודה

המרחק מנקודת העבודה	קוטר הצינור הדרוש	נפח התחלופה הנדרש לזרימת אוויר
(ס"מ)	(אינץ')	(מ"ק/דקה)
10-18	3	4
18-20	3½	8
20-25	4½	12
25-30	5½	17

הוצאת רשיון כניסה

רשיון הכניסה למיכל משמש כתעודת הסמכה והסכמה בכתב, והוא מהווה ביטוי פורמלי לנהלים מקובלים, וכן רשימת תיוג (בקרה) כדי להבטיח, שכל הסיכונים הקיימים הובאו בחשבון והוערכו, ושננקטו כל אמצעי הבטיחות וההגנה.
לא ייכנס עובד למיכל כלשהו, מבלי לפנות קודם לממונה עליו, כדי לקבל את אישורו ואת הסכמתו. הלה יפנה למנהל הממונה על המיכל, ויקבל ממנו את הסכמתו לכניסה. מנהל העבודה שבמחלקתו נמצא המיכל, יברר בפרוטרוט עם אלה העומדים להיכנס למיכל את שיטת העבודה. עליו להסביר להם את הסיכונים הכרוכים במוצר או ביתר החומרים שבפניהם הם עלולים להיות חשופים, ולספק להם את כל הוראות הבטיחות שבידיו. מנהלי עבודה של כל האנשים המעורבים יבדקו וימלאו ביחד את טופס הרשיון.

מנהלי עבודה אלה חייבים לוודא, על-ידי בדיקה אישית לפני הכניסה ובטרם הם חותמים על הרשיון, שלא צפויה סכנה בשעת הכניסה ובעת ביצוע העבודה. אם חלה תוך כדי העבודה הפסקה ממושכת, חייב החותם על הרשיון לסקור את המקום שנית, כדי להבטיח המשך תנאי הבטיחות בטרם ירשה להמשיך בעבודה. חילופי משמרות מחייבים תמיד בדיקה מחדש והוצאת היתר כניסה חדש. כוחו של ההיתר יהיה יפה אך ורק לעבודה, למקום, לאנשים ולמשמרת.

אזהרה: אסור להיכנס לחללים סגורים לביצוע עבודה ללא רשיון בכתב

אמצעי בטיחות וגיהות בעבודה בחלל סגור

כלי עבודה

כלייד חייבים להיות נקיים, ובמצב תקין. יש לבחור אותם בקפדנות בהתאם לשימושם. על פי רוב יש להעדיף כלים עשויים מחומר שאיננו יוצר ניצוצות, בכל מקום בו קיימת אפשרות של הימצאות אדים או גזים דליקים, אלא אם השטח הורטב היטב במים.

מכשירים מונעים ניידים וציוד חייבים להיות נקיים ובמצב תקין. מכשירים וציוד חשמלי וכן כבלי החיבור חייבים להיות מוארקים. אם המיכל נחשב לפי התקן כ"מקום מסוכן", המכשירים חייבים להיות מן הסוג העומד בפני התפוצצות (explosion proof).

במקרים של חשש מפני אדים נפיצים או אבק נפיץ יש לברר אם אין להעדיף מכשירים פניאומטיים. אולם, אפילו בתנאים אלה יש לשקול היטב אם לא צפויה סכנה של אש או של התפוצצות מניצוצות כתוצאה ממכה, מחימום-יתר של המכשיר (למשל בקדיחה), מהתפרקות אלקטרו-סטאטית, שמקורה בהזרמה של אוויר דחוס, או מסיבות מיכניות אחרות. השימוש במתח נמוך (24 וולט או פחות) לתאורה ולציוד חשמלי עשוי להפחית אף הוא את סכנת ההלם החשמלי. סולמות, שמשתמשים בהם בתוך מיכלים, חייבים להיות קשורים למעלה, ואם אפשר גם למטה.

אין להכניס מבערי ריתוך או חיתוך לתוך המיכל, אלא לשימוש מייד, ויש להרחיקם מיד אחרי השימוש.

אין להכניס לתוך המיכלים גלילי חמצן או גז אחר, ויש לסגור את שסתום ההספקה על הגליל מיד אחרי השימוש.

יש להציב שלטי אזהרה ליד המיכל, כדי להבטיח שלא יתבצעו בסביבה כל פעולות שיש בהן סיכון, וכן לשם הנחיית מצילים, אם יתעורר הצורך בכך.

ציוד מגן אישי

ציוד המגן האישי יכלול לרוב בגדי עבודה ו/או מגן שלמים חסינים בפני אש, משקפי מגן, סינר עשוי מעור, כובע מגן, כפפות ונעלי מגן, שבדרך כלל משתמשים בהם להגנה מפני סיכונים שיגרתיים (ראה איור שלהלן).

העובדים במיכל לא יחשפו את עורם שלא לצורך; הם חייבים ללבוש את הביגוד המלא כל הזמן. כשעוסקים בריתוך בתוך מיכל, חייב מנהל העבודה לתכנן שימוש בבגדים העומדים בפני לחבות עבור העובדים בפנים.

אם איכות האוויר אינה מובטחת, או אם ישנה סכנה כלשהי לזיהום אוויר מזיק, או חוסר חמצן בשעת העבודה במיכל סגור, יש לספק אוויר הראוי לנשימה, מגלילים קטנים הנישאים על הגב, או על-ידי הספקה מבחוץ, מגלילי אוויר דחוס, או ממדחסים מתאימים.

השימוש במסכות סינון, הפועלות על העיקרון של קליטה כימית או של סינון מיכני, אינו מבטיח הגנה מתאימה, ולכן אינו בא בחשבון.
על הציוד להיות מותאם במיוחד לסוג החשיפה, ולהיות מסוגל להגן בתנאים הגרועים ביותר העלולים להיווצר.
יש להשיג מראש מידע ביחס לסוג הטוב ביותר של הגנה על דרכי הנשימה, כחלק מהתכנון המוקדם, בהתאם לחשיפה המיוחדת שבה עוסקים.



שימוש בציוד מגן אישי בעת ביצוע ריתוך בלהבה

מצב חירום והצלה

בכל מקום שצפויה בו חשיפה חמורה לגזים, או שהעובד חייב ללבוש ציוד המגן על דרכי הנשימה, או שפעולות החילוץ בו עלולות להיתקל בקשיים, חייבים לספק לעובד ריתמת בטיחות עם חבל הצלה. רצוי לרוב להשתמש בריתמת הצלה בכל כניסה למיכל סגור.

יש להשתמש בריתמת בטיחות או בבגד מגן עם ריתמה, המהווה חלק ממנו, יחד עם חבל בטיחות, כשצורת המיכל, גודלו או מיקומו של חבל המיכל מאפשרים חילוץ חירום של אנשים על-ידי שומרים מבחוץ, בלי להיכנס לתוך המיכל.

אם הצורה, הגודל או המיקום של המיכל אינם ממלאים אחר דרישות אלו, יש לפתח ולתרגל נוהל מיוחד לחילוץ אנשים, עוד בשלב מוקדם של תכנון העבודה בתוך המיכל. נוהל זה יהווה חלק בלתי נפרד של רשיון הכניסה למיכל. במקומות מסוימים רצוי לקבוע מעל לפתח גלגלת עם שרשרת על גבי חצובה, או בצורה אחרת. מסיבות מובנות יש לדאוג לפתחים בגודל מספיק לכניסת העובד וציודו, ז"א בקוטר של 60 ס"מ לפחות. במקרים שהפתח קטן מ-50 ס"מ, אפשר להשתמש בריתמה הקשורה בפרקי היד.

את הקצה החופשי של חבל ההצלה יש לקשור למקום יציב, ומשקיף מבחוץ יהיה מופקד עליו, ויהיה כל הזמן בקשר עין עם האיש במיכל. מותר למשקיף להגיש כלים, אבל אין להטיל עליו תפקיד נוסף, העלול להסיח את תשומת ליבו מן העובד שבתוך המיכל, או שיפריע לו במאמץ לחלץ את חברו בעזרת החבל, או שיחייב אותו להתרחק מהמיכל אף לשעה קלה.

במקרה חירום לא ייכנס המשקיף שבחוץ למיכל בטרם בא עובד אחר במקומו. תפקידו של המשקיף הוא להזעיק עזרה (אפשר להשתמש בסימני אזעקה, למשל במשרוקית), לנסות לחלץ את הנפגע בעזרת חבל ההצלה, ולמלא כל פעולות הצלה מבחוץ. מותר לו להיכנס למיכל, רק משנוכח לדעת שהעזרה שהגיעה מבחוץ מספקת, ואחרי נקיטת אמצעי זהירות מתאימים.

משקיפי בטיחות כאלה חייבים להיות מאומנים היטב בהגשת עזרה ראשונה, ובמיוחד בשיטות הנשמה מלאכותית.

המצילים הנכנסים לתוך המיכל, חייבים להיות מוגנים בכל ציוד המגן שהמצב מחייב, כלומר, בחבל הצלה וריתמה וציוד מגן אישי מתאים.

למטרות הצלה חייב להיות מוכן חוץ למיכל מכשיר נשימה אחד לפחות עם גליל אוויר המתאים למיכל, ביחד עם ריתמה, חבל וציוד.

אם תוך כדי העבודה במיכל עלולים להיתקל בחומרים כימיים מסוכנים או אם יש סיכון לדליקה, יש לדאוג להימצאות זרנוק מים תחת לחץ בקרבת מקום. יש לצמצם למינימום האפשרי את מספר העובדים במיכל, במיוחד בעבודות ריתוך או חיתוך.

מנהלי העבודה חייבים להיות מאומנים ועירניים, לפני העבודה ובמהלכה, והם חייבים לגלות ולתקן מיד כל סיכון חדש, או להפסיק את העבודה עד לחיסול הסיכון החדש.