

הגזים בשימוש

פרק זה מוקדש לגזים המאפשרים השגת להבה היוצרת את החום הדרוש לביצוע עבודות ריתוך, הלחמה וחיתוך, או כאלה הדרושים לקיום הבטיחות בעבודות אלו. לשם השגת הלהבה דרושה תערובת של גז דליק וחמצן, המסייע לבעירה, ביחס מסוים. לחמצן אין ממלא־מקום. לעומת זאת קיים מבחר לא מבוטל של גזים או נוזלים דליקים, כגון: אצטילן, מימן, גזי נפט ועוד.

החמצן (O_2 — Oxygen)

תכונות כימיות-פיזיקליות

החמצן הוא גז, שבתנאי חום ולחץ רגילים הוא חסר צבע, ריח וטעם. החמצן מהווה כ-20% ממרכיבי האטמוספירה (האוויר). התכונה הבולטת ביותר של החמצן היא יכולתו לעזור לבעירה. למעשה, בהיעדר חמצן לא תיתכן בעירה. החמצן כבד מהאוויר בערך פי 1.1 (ליתר דיוק משקלו הסגולי ביחס לאוויר בלחץ של אטמוספירה אחת ו-0° צלסיוס הוא 1.1053).

גלילים

החמצן מסופק לרוב בגלילים מיטלטלים בלחץ של כ-150 או 200 אטמוספרות. מבנה הגלילים והסימון עליהם בהתאם לדרישות תקן ישראלי 712 "גלילים מיטלטלים לגזים: כללי בטיחות" (ראה פירוט בפרק 3 "ציוד, מכשירים ואביזרים" בסעיף "גלילים מיטלטלים לגזים").

שימוש

השימוש העיקרי של החמצן הוא בתחום התעשייה והרפואה.

סיכונים

חומרים דליקים החשופים לחמצן בוערים ביתר עוצמה מאשר בהיותם חשופים לאוויר הרגיל.

חומרים דליקים כגון שמן, נסורת עץ או אבקת פחם, יבערו בחשיפה לחמצן בעוצמה הדומה להתפוצצות.

מהירות ההתפשטות של הלהבה הינה ביחס ישר לריכוז החמצן באוויר הסביבה. גץ הנופל על בגד משומן בתנאים אטמוספריים רגילים לא יידלק בקלות; לעומת זאת, באווירה בעלת ריכוז חמצן גבוה הגץ יידלק והלהבה תתפשט במהירות על פני כל הבד.

החמצן לבדו אינו מזיק לבריאות, אלא אם חשופים לו בני אדם הסובלים ממחלות קשות של דרכי הנשימה, כשהחשיפה ממושכת והחמצן נמצא בלחץ גבוה.

אמצעי בטיחות וגיהות

- ★ לחמצן יש לקרוא בשמו ולא כמקובל בהרבה מקרים בשם אוויר.
- ★ היו מקרים בהם נהרגו בני אדם שעבדו במקום סגור, משום שביקשו להזרים להם אוויר ונענו על ידי הזרמת חמצן. תוספת החמצן גרמה להתלקחות או להתפוצצות.
- ★ מבחינת סיכוני אש אין להשתמש בחמצן בלחץ לניקוי בגדים או לייבוש חלקים.
- ★ סיכה במתקן חמצן תיעשה אך ורק בחומרים מיוחדים נגד תיכוך (Antifriction Compounds) ולא בשמן סיכה כלשהו.
- ★ הפרשת הקפאה של פתח יציאה של גליל חמצן תיעשה אך ורק באמצעות מים חמים, ובשום אופן לא במים רותחים.
- ★ יש לקיים הפרדה בין גלילי חמצן לבין מערכות חשמל, על-ידי יצירת רווח באמצעות מחיצות.
- ★ אין לגעת בגליל חמצן, ובמיוחד בשסתומיו, בידיים משומנות או בביגוד מלוכלך.
- ★ בדיקות דליפה יש לבצע לפי הנחיות ת"י 712, המחייב שימוש בחומר נוזלי מקציף, נטול משקעים ונטול שומנים למיניהם, לרבות שומן מינרלי, שומן מהחי ושומן צמחי. כמו כן לא יהיו בנוזל זה חומרים דליקים או כאלה העלולים להידלק בנוכחות חמצן.

האצטילן (C_2H_2 — Acetylene)

תכונות כימיות-פיסיקליות

- בתנאים אטמוספיריים רגילים (חום ולחץ) האצטילן הטהור הינו גז חסר צבע וריח; בצורתו המסחרית ריחו כריח השום.
- בהתפרקותו למרכיביו (מימן ופחמן) משחרר האצטילן חום גבוה מאוד. האצטילן קל במידת-מה מהאוויר (משקלו הסגולי ביחס לאוויר בלחץ של אטמוספירה אחת וחום של 0° צלסיוס הוא 0.907).
- האצטילן הוא גז דליק ביותר, בעל טווח התפוצצות רחב ($2.5\% - 81\%$ נפח) ונקודת הצתה נמוכה מאוד, כ- 29° צלסיוס, (טמפי הבזקה - 18°).
- הטמפרטורה של להבת האצטילן בתוספת חמצן היא כ- $3,200^{\circ}$ צלסיוס.

גלילים

- האצטילן מסופק בדרך כלל בגלילים, או מופק במקום העבודה באמצעות מחוללים, בתהליך של תגובה בין קרביד-הסידן למים.
- האצטילן מומס בגליל באצטון. דבר זה מאפשר את דחיסתו ללחץ של עד 17.5 אטמוספירות אצטילן חופשי, בלחץ העולה על 2.5 אטמוספירות (לחץ אבסולוטי) עלול להתפוצץ.
- כזכור, לאצטילן עדיפות על פני כל יתר הגזים הדליקים המקובלים בתהליכי ריתוך וחיתוך, בגלל החום הגבוה המופק באמצעותו.

הסיכונים

- האצטילן כשלעצמו אינו מהווה סכנה לבריאות, אך במקום סגור הוא עלול לגרום לחנק, אם הוא מפחית בנוכחותו את תכולת החמצן מתחת לדרוש לנשימה (16%). בלחץ יתר העולה על 1.5 אטמוספירות* (2.5 אטמוספירות לחץ אבסולוטי) עלול האצטילן להתפרק לגורמיו, תוך התפוצצות, שמימדיה הם ביחס ישר למידות הלחץ ולגודל המיכל המכיל אותו.

* בכל המקומות שלא מודגש אחרת מדובר בלחץ מעל ללחץ האטמוספירי

בתנאים מסוימים נוצרות תרכובות פציצות עקב תגובת המגע של האצטילן בנחושת, כסף או כספית. תרכובות האצטילן עם כלור או עם פלואור הן פוטוסנסיטיביות (רגישות לאור), ועלולות להתפוצץ עקב היחשפותן לאור השמש.

אמצעי בטיחות וגיהות

- ★ גלילי האצטילן יש לאחסן במקום יבש, מאוורר היטב, כשהם קשורים, רצוי על גבי משטח מוגבה מעל פני הרצפה.
- ★ במשך 12 שעות רצופות לפחות לפני השימוש בו, יש להציב את גליל האצטילן אנכית, כדי למנוע בריחת אצטון בשעת פתיחת השסתום, כתוצאה מריכוזו בקרבת פתח היציאה.
- ★ יש להימנע מאיחסון גלילי אצטילן בקירבת מקורות אש גלוייה או מקורות הבזקה.
- ★ יש לאסור על העישון בקירבת הגלילים.
- ★ מערכת החשמל במקום איחסון של גלילי אצטילן חייבת להיות חסינת התפוצצות.
- ★ גלילי אצטילן מלאים בנויים ללחץ בטוח בטמפרטורה עד כ-35° צלסיוס. אי לכך יש להרחיקם ממקור חום, כגון קרני השמש, תנורים, וכו'.
- ★ יש להציב מחיצות העשויות חומרים עמידים באש בין מקום איחסון של אצטילן למקום איחסון של חמצן או חומרים דליקים, או לאחסן את האצטילן והחמצן בחדרים נפרדים.

המימן (Hydrogen — H₂)

תכונות כימיות-פיזיקליות

המימן חסר צבע וריח. הוא קל מהאוויר, ומשקלו הסגולי ביחס לאוויר הוא 0.07. דליקותו רבה ביותר בתערובת ביחס של 1:2 עם החמצן. בתנאים רגילים יש למימן דרגת פעילות כימית נמוכה מאוד, אך בטמפרטורות גבוהות הוא מגיב עם חומרים רבים כגורם מחזור. מימן אינו מעודד בעירה, אך כאמור, בנוכחות חמצן הוא בוער בלהבה כחולה בהירה, ועלול להתפוצץ במגע עם להבה פתוחה. השיטה הפשוטה ביותר לייצור מימן הינה האלקטרוליזה, אך מפאת כמות האנרגיה הגדולה הנדרשת בשיטה זו, היא מנוצלת רק כאשר דרושה מידת טוהר גבוהה. נקודת ההתלקחות של המימן הוא כ-580° צלסיוס. הטמפרטורה של להבת המימן בתוספת חמצן היא כ-2,500° צלסיוס.

גלילים

המימן מסופק לרוב בגלילים, בלחץ של כ-150 אטמוספירות. מבנה הגלילים בהתאם לדרישות ת"י 712 "גלילים מיטלטלים לגזים: כללי בטיחות" וסימני ההיכר שלהם לפי דרישות ת"י 606 "גלילים לגזים: סימני היכר" (ראה פירוט בפרק 3 "צידוד, מכשירים ואבזורים", בסעיף "גלילים מיטלטלים לגזים").

שימושים

כמויות גדולות מאוד של מימן מנוצלות לייצור אמוניאק סינתטי, להפקתם של נוזלים דליקים מפחם ולריתוך, הלחמה וחיתוך של פלדה, עופרת ופלטינה. בגלל נקודת הרתיחה הנמוכה של המימן (252.5° - צלסיוס) הוא משמש להשגת טמפרטורות נמוכות.

סיכונים

אף על פי שהמימן הוא גז בלתי פעיל ובלתי רעיל, הוא עלול לגרום לחנק, בסלקו את החמצן מהאוויר במקום סגור. הסכנה הגדולה הנובעת מטיפול, טיטול ואיחסון של מימן קשורה בקלות שבה הוא מתלקח ומתפוצץ במגע עם חמצן.

אמצעי בטיחות וגיהות

- ★ יש להרחיק גלילים המכילים מימן נוזלי ממקורות חום, משום שדי במידות חום קטנות כדי לשחרר כמויות גדולות של גז מימן.
- ★ אין להחזיר מימן למיכלים, בטרם מולאו גז בלתי פעיל (מנטרל), מאחר שכל שארית של אוויר או של חמצן בתערובת עם מימן עלולה לגרום להתפוצצות.
- ★ אין לאחסן גלילי מימן ביחד עם חומרים דליקים.
- ★ יש לשמור על דרישות התקנים הנוגעים למימן לגבי מבנה המיכלים המיועדים למימן, לגבי המבנים המשמשים לאיחסון ולגבי הטיפול בהם.
- התקנים המקובלים, המפרטים את הדרישות הנ"ל הם: ת"י 712; ת"י 637; ותקני N.F.P.A. מס' 51B ו-55.

גזים פחמימניים מעובים (גזי נפט מסחריים (L.P.G.

גזים אלה הם תוצר-ביניים בין בנוזל לגזים קלים יותר, כמו גז טבעי.

תכונות כימיות-פיסיקליות

גזים אלה נוצרים על-ידי דחיסה ו/או תהליך ספיגה של גזים טבעיים, או על-ידי זיקוק והפרדה של נפט גולמי. הגזים הפחמימניים העיקריים המקובלים ביותר הם פרופן ובוטן, או תערובת של שניהם. הם חסרי ריח, והריח המוכר שלהם מוסף באופן מלאכותי, לצורך גילוי דליפה אפשרית. פרופן ובוטן משווקים בצורה נוזלית, דחוסים במיכלים מיוחדים, והם בעלי תכונות כמצויין בטבלה הבאה:

התכונה	בוטן	פרופן
משקל סגולי של הנוזל יחסית למים ב-15°C	0.582	0.509
משקל סגולי של הגז יחסית לאוויר ב-15°C	2.07	1.55
טווח התפוצצות (ריכוז בנפח אוויר, ב-%)	1.9—8.5	2.2—9.5
נקודת ההתלקחות (C°)	כ-500°	כ-500°

מיכלים (גלילים)

גזי הנפט המסחריים מסופקים במיכלים בנויים ובדוקים לפי דרישות ת"י 70 — "מיכלים לגזים פחמימניים מעובים (גזי נפט מסחריים)". המיכלים משווקים בגדלים שונים. לכל אחד קיבולת ועמידות שונה בלחץ.

1. בתחום קיבול שבין 0.3 ל-7 ליטרים משווקים שלושה סוגי מיכלים:

- א. עמידים בלחץ שימוש מקסימלי של 10 ק"ג לסמ"ר.
- ב. עמידים בלחץ שימוש מקסימלי של 18 ק"ג לסמ"ר.
- ג. עמידים בלחץ שימוש מקסימלי של 24 ק"ג לסמ"ר.

2. בתחום קיבול שבין 7 ליטרים ל-110 ליטרים משווקים שני סוגי מיכלים:

- א. עמידים בלחץ שימוש מקסימלי של 18 ק"ג לסמ"ר.
- ב. עמידים בלחץ שימוש מקסימלי של 24 ק"ג לסמ"ר.

3. סימני ההיכר של המיכלים לפי ת"י 70 הם כדלקמן:

א. **צבע:** אפור בהיר או אלומיניום על כל גוף הגליל (המיכל).

ב. **גוף הגליל (המיכל) טבועים:**

שנת הייצור של המיכל,

מספר סידורי של המיכל,

הקיבול הנומינלי של המיכל בליטרים,

תאריך הבדיקה ולחץ הבדיקה (טבוע קרוב ככל האפשר לתאריך הבדיקה הקודם).

משקל המיכל הריק ללא אביזרים, מעוגל ל-100 ג' הקרובים לגבי מיכלים שקיבולם הנומינלי גדול מ-2.5 מ"ר, ומעוגל ל-10 ג' לגבי מיכלים שהיבולם הנומינלי קטן מ-2.5 מ"ק.

שימושים

לגזי הנפט המסחריים שימוש נרחב בתעשייה ובבית, לצרכי חימום ובישול. לאחרונה מתרחב השימוש בהם בריתוך והלחמה, באותם תהליכים שבהם די בחום הלהבה המושג מבעירתם.

סיכונים

גזי הנפט המסחריים כבדים מהאוויר. הם עלולים להצטבר במקומות נמוכים, כמו פירים של מעליות, תעלות, ומרתפים, ולגרום להפיכת האווירה במקומות אלה למחניקה או לפיצצה.

אמצעי בטיחות וגיהות

★ יש לאחסן מיכלים של גזי נפט מסחריים בעמידה (במאונך), כששסתומיהם מוגנים על-ידי הכיפה המתאימה

★ מיכלים של גזי נפט חייבים למקם מעל פני הקרקע, במקומות ובמבנים מתאימים לדרישות ת"י 158 "מתקנים לשימוש בגזים פחמימניים מעובים המסופקים בתוך מיכלים מיטלטלים, הוראות בטיחות".

★ אסור לרתך בגז פחמימני מעובה (גז בישול) במקומות שהם מתחת לפני הקרקע.

★ אין לאחסן מיכלים של גזי נפט סמוך למקור חום או גזים. יש לוודא שיהיו מוצלים מפני קרני השמש.

★ יש להפריד בין מקום איחסונם של מיכלים מלאים לבין מקום איחסונם של מיכלים ריקים, ובכל מקרה יש לסמן בבירור את הריקים.

★ אסור לבצע תיקונים במיכלים או באביזרי האספקה אלא בידי מי שהוסמך לכך על ידי הספק או על-ידי סוכנו המורשה.

★ לשם הפעלת מיכלים במקומות סגורים, יש להבטיח אמצעי איורור בדוקים. טבעיים או מאולצים.

גזים מנטרלים

כפי שזכר במבוא, לבד מחמצן וגזים דליקים, שעליהם מדובר בפרק זה, משתמשים גם בגזים מנטרלים, הבאים לעזור בעבודות ריתוך, הלחמה וחיתוך, כדי לבטל את סיכוני ההתפוצצות כאשר האווירה נפיצה, והן וכדי להגן על טיב העבודה, בעיקר כאשר קיימת סכנה של חימצון המתכת בשעת הטיפול בה. הגזים המנטרלים המקובלים ביותר בשעת ביצוע עבודות בלחבת גז הם: חנקן ודו-תחמוצת הפחמן.

החנקן (N_2 – Nitrogen)

תכונות כימיות-פיסיקליות

לחנקן אין צבע וריח. הוא המרכיב הכמותי העיקרי של האטמוספירה (78.06%). יחד עם החמצן הוא חיוני לקיום החיים. המשקל הסגולי של החנקן ביחס לאוויר הוא 0.98. רוב החנקן בתעשייה מיוצר על-ידי הבאת האוויר למצב נוזלי, והפרדתו בתהליך זיקוק.

גלילים

החנקן מסופק בדרך כלל בגלילים מיטלטלים, בלחץ של כ-200 אטמוספירות. בנינים של הגלילים בהתאם לדרישות ת"י 712 "גלילים מיטלטלים לגזים: כללי בטיחות", ומסומנים לפי דרישות ת"י 606 "גלילים לגזים – סימני היכר" (ראה פירוט בפרק 3 "ציוד, מכשירים ואביזרים" בסעיף "גלילים מיטלטלים לגזים").

שימושים

לחנקן שימוש רב בתעשייה לצורך ייצור אמוניאק, דשנים ותרכובותיו הרבות. כמו כן מנוצל החנקן החופשי כאמצעי מנטרל בתגובות כימיות שונות, לשאיבה של נוזלים דליקים, למדידת דרגות חום גבוהות, ולניקוי כלים וצינורות שהכילו חומרים דליקים, בפרט כדי להכינם לריתוך.

סיכונים

למרות היותו גז בלתי פעיל, החנקן עלול לגרום לחנק, אם שחרורו במקום סגור יגרום לירידת תכולת החמצן באוויר מתחת לרמה הדרושה לנשימה. החנקן הוא גם הגורם העיקרי למחלת הדקומפרסיה, במקרים בהם עובר האדם במהירות ממצב של לחץ אחד למשנהו, כמו בעליה לאחר צלילה ולמעמקי הים. המעבר המהיר מאיזור לחץ אחד למשנהו (לרוב מלחץ-יתר ללחץ נורמלי) גורם להיווצרות בועות חנקן ברקמות הגוף, לרבות בדם, ולמזוות ביסורים.

אמצעי בטיחות וגיהות

- ★ במקומות סגורים, בהם העובדים עלולים להיחשף לחנקן, יש לנקוט אמצעי איזור. יש לאוורר מקומות סגורים בהם עלול להצטבר חנקן.
- ★ עובדים העלולים להיחשף לריכוזי חנקן גבוהים יצוידו במכשירי נשימה אוטונומיים.

דו-תחמוצת הפחמן (Carbon Dioxide — CO₂)

תכונות כימיות-פיסיקליות

דו-תחמוצת הפחמן נמצא באוויר בתנאים רגילים של לחץ וחום בריכוזים שבין 0.03% ל-0.06%. היא נוצרת מבעירת חומרים פחמניים באווירה רווית חמצן. בתנאי לחץ וחום רגילים, דו-תחמוצת הפחמן חסרת צבע וריח, והיא כבדה מהאוויר, בערך פי 1.5 (ליתר דיוק, משקלה הסגולי ביחס לאוויר — 1.529). דו-תחמוצת הפחמן אינה דליקה ואינה מלבה אש. ניתן לקבלה בצורת גז, נוזל או מוצק.

גלילים

דו-תחמוצת הפחמן מסופקת בצורה נוזלית בגלילים בלחץ של כ-58 אט"מ בחום של כ-20° צלסיוס. בנייתם של הגלילים בהתאם לדרישות ת"י 712 "גלילים מיטלטלים לגזים — כללי בטיחות", וסימונם בסימני היכר לפי דרישות ת"י 606 "גלילים לגזים — סימני היכר" (ראה פירוט בפרק 3 "ציוד, מכשירים ואביזרים" בסעיף "גלילים מיטלטלים לגזים").

שימושים

לדו-תחמוצת הפחמן שימוש בתעשייה בצורה גזית, נוזלית ומוצקה. בצורה גזית היא משמשת להתססת משקאות קלים, לניטרול עודף אלקלים בתעשייה הכימית, ובריתוך להגנה מפני חימצון ולהגנה מפני התפוצצות. בצורתה הנוזלית היא משמשת במטפים לכיבוי אש, למילוי גלילים, לניפוח סירות הצלה, ולאחסון בקירור. בצורתה המוצקת (קרח יבש) משתמשים בדו-תחמוצת הפחמן למטרות קירור, לייצור גלידה וכו'. לדו-תחמוצת הפחמן נועד תפקיד של ניטרול האווירה במיכלים ובכלים שהכילו חומרים דליקים, לפני שמבצעים בהם עבודות בלהבה פתוחה.

סיכונים

דו-תחמוצת הפחמן עלולה לגרום לחנק, בעיקר כשהיא תופסת את מקום החמצן באוויר. כבר בריכוזים של 5% נפח באוויר (50,000 p.p.m.) עלולה דו-תחמוצת הפחמן לגרום לקוצר נשימה וכאבי ראש. אדם החשוף לריכוז של 10% נפח דו-תחמוצת הפחמן באוויר (100,000 p.p.m.) עלול לאבד הכרתו ולמות במחנק אם לא תוגש לו עזרה מהירה, המתבטאת קודם כל בהוצאתו לאוויר צח והנשמה מלאכותית. סיכון מיוחד טמון בעובדה שאין לדו-תחמוצת הפחמן צבע וריח, המספקים התראה מוקדמת על הימצאותו בריכוז מסוכן.

אמצעי בטיחות וגיהות

- ★ בגלל העדר צבע וריח לדו-תחמוצת הפחמן לפני שנכנסים למקום שיש בו חשש לקיום דו-תחמוצת הפחמן, יש לזודא, באמצעות מכשירי מזידה מיוחדים, שהריכוז אינו מסוכן.
- ★ באווירה המכילה דו-תחמוצת הפחמן בריכוז מסוכן, יש להשתמש במכשירי נשימה בלתי תלויים (אוטונומיים).