

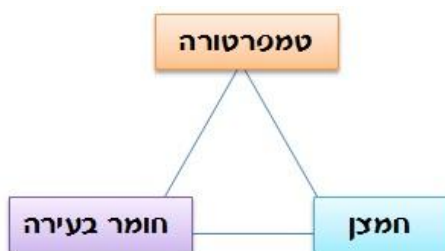
## גזים נפיצים וגילויים

### תוכן עניינים

1. מהו גז נפיץ?
2. הגדרת סף נפיצות עליון/תחתון
3. עקרון הפעולה של גז נפיץ
4. החשיבות של גלאי מוגן פיצוץ
5. תכונות הנפיצות של גז
6. כיצד מחליפים בין גזים שונים לאותו גלאי
7. קריאה נוספת

### מהו גז נפיץ?

**גז נפיץ הוא גז המקיים שרפה עם חמצן בנוכחות גירוי של חום (trigger) דוגמת ניצוץ.**



**שרפה** היא ריאקציה כימית בה חומר מסויים (הדלק) מגיב עם מחמצן ויוצר כמות משמעותית של חום כתוצאה מהתהליך. הדלק יכול להיות מוצק, נוזל או גז. המחמצן יכול להיות כל תערובת המכילה חמצן (למשל אוויר).

תהליך השריפה **מסוכן** בשל החום שהוא יוצר היכול לפגוע באנשים ובמערכות ממוכנות, ובשל היכולת להתפוצץ.

**פיצוץ** הוא תהליך שריפה מהיר היוצר גל הדף. גל זה הוא בעל כוח רב ועלול לפגוע בכל העומד בדרכו.

### הגדרת LEL

LEL (Lower Explosion Limit, סף פיצוץ תחתון) היא יחידת מדידה לתיאור תחום הנפיצות של הגז. כאשר הגז דליל, אין די קירבה בין המולקולות שלו כדי ליצור תגובת שרשרת החיונית לפיצוץ. 100% LEL מוגדר כריכוז הגז המינימלי הדרוש לתהליך הפיצוץ. 0% LEL הוא המצב בו ריכוז הגז הנפיץ באוויר הוא 0. יחידת ה-LEL היא לינארית עם נפח הגז.

כאשר ריכוז הגז באוויר גבוה מספיק ריכוז החמצן יורד באופן יחסי, עד שאין די חמצן לביצוע הריאקציה. לדוגמה עבור מתאן ( $CH_4$ ) יש צורך ב-2 מולקולות חמצן ( $O_2$ ) עבור כל מולקולת מתאן על מנת לבצע ריאקציית שריפה מלאה. הגבול בו כמות החמצן אינה מספיקה נקרא UEL (Upper Explosion Limit, סף פיצוץ עליון). הוא נמדד גם הוא באחוזי LEL והוא משתנה מגז לגז.

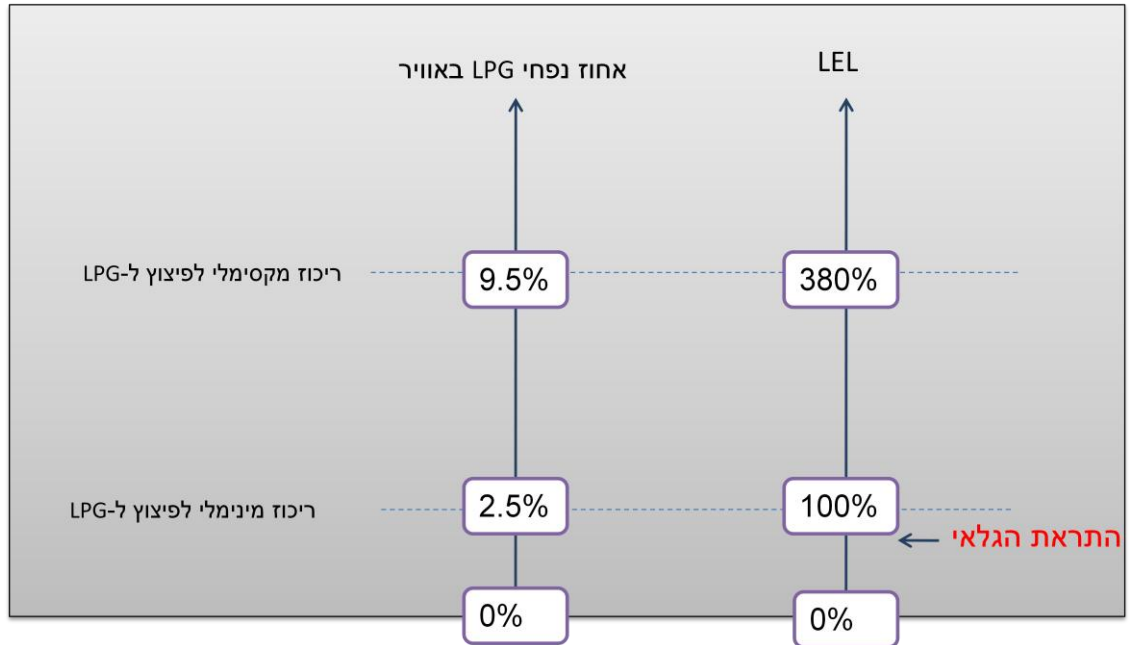
ניתן לראות למטה גרף שמדגים את השימוש ב-LEL עבור גז בישול LPG.

טק-פיקס בע"מ ת.ד. 10356 ירושלים, 91102 (רח' פייר קניג 37/320) Jerusalem 10356 POB TekFix Ltd.

Tel: טלפון: +972 (0)77 7007 531 Fax: +972 (0)2 673 6393 פקס:

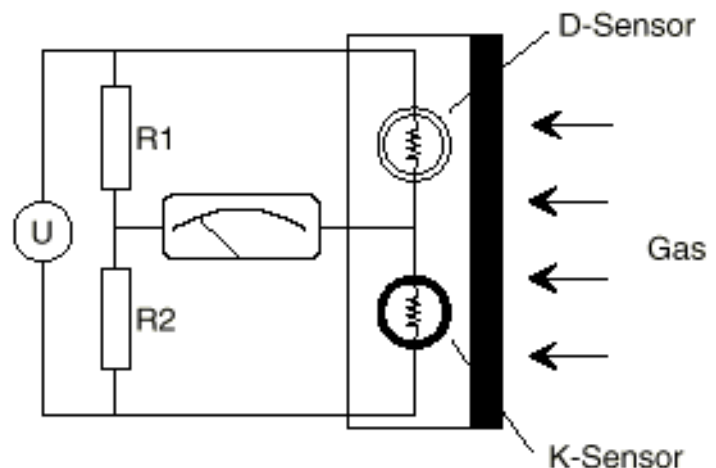
בטיחות גזים & פתרונות בטיחות- ישראל <EHS> Services - Israel

Email: info@safe-detect.com www.safe-detect.com



עקרון פעולה של גלאי גז נפיץ

גלאי גז נפיץ מזהה את הגז באוויר לפי החום שנוצר בשריפתו. הגלאי מכיל חוט להט, המדליק את הגז. כאשר הגז נשרף נוצר חום כתוצאה מהריאקציה. חום זה מתבטא בעליית הטמפרטורה בסביבתו של חוט הלהט. עליית הטמפרטורה תלויה בריכוז הגז באויר (ככל שיותר מולקולות מתפרקות, יותר חום נפלט). התנגדותו של חוט הלהט לזרם חשמלי העובר בו תלויה בטמפרטורה בסביבתו. וולטמטר בגלאי מזהה את השינוי בהתנגדות חוט הלהט והגלאי מתרגם זאת לריכוז הגז הנפיץ באוויר.



טק-פיקס בע"מ ת.ד. 10356 ירושלים, 91102 (רח' פייר קניג 37/320) Jerusalem 10356 POB 10356 TekFix Ltd.

Tel: טלפון: +972 (0)77 7007 531 Fax: +972 (0)2 673 6393 פקס:

בטיחות גזים & פתרונות בטיחות- ישראל <EHS> Services - Israel

Email: info@safe-detect.com www.safe-detect.com

### החשיבות של גלאי מוגן פיצוץ



כפי שתיארנו למעלה, הגלאי פועל ע"י יצירת שריפה. חשוב מאוד שהגלאי עצמו לא יפגע מהשריפה בתהליך זה. המעגלים החשמליים המפעילים את הגלאי עלולים להתפוצץ במגע עם הגז הנפיץ. איך מונעים זאת?

יש שלוש דרכים מקובלות:

1. רכיבים חשמליים העומדים בפיצוץ: ניתן להרכיב את המעגל החשמלי מרכיבים מחומרים מיוחדים שאינם מושפעים מחום ומפיצוץ. זוהי הדרך המסובכת והיקרה לעשות זאת.
2. בידוד אזור הפיצוץ: ניתן לבודד את אזור הפיצוץ בתוך הגלאי, כך שהגז הנפיץ ותוצרי הפיצוץ (החום וההדף) לא יגיעו לרכיבי המעגל הרגישים ע"י מחיצות אטומות ומבודדות במיוחד.
3. מניעת כניסת אוויר לאזור המעגל: ע"י מניעת כניסת אוויר לאזור המעגל בעזרת מילוי החלל בגז אחר, עם לחץ המונע מהאוויר להכנס, ניתן למנוע את תהליך השריפה, בשל מחסור בחמצן.

שתי השיטות האחרונות הן המקובלות יותר. חשוב מאוד, שכאשר אתם רוכשים גלאי גז נפיץ, לוודא שהוא יהיה מוגן פיצוץ.

### תכונות הנפיצות

כל גז יוצר כמות חום שונה בתהליך השריפה, בדיוק כפי שברור שתנור עץ ותנור נפט לא יפיקו את אותו החום, גם אם יוזנו באותה כמות חומר. הגלאי צריך לדעת את עליית הטמפרטורה כנגד ריכוז הגז, עבור כל גז ספציפי אותו הוא מודד, על מנת להיות מסוגל לזהות את ריכוז הגז באוויר, ולהתריע על סכנה, בידועו את גבול הנפיצות של אותו הגז.

החום הנפלט משריפת הגז תלוי בפרמטרים רבים, כמו הטמפרטורה ההתחלתית והלחץ בעת השריפה. בהינתן הפרמטרים התרמודינמיים הללו, נותרת תלות בתכונות הריאקציה המסויימת.

### חישוב החום הנפלט משריפת גזים שונים

נוכל לפשט את הבעיה ע"י הנחה כי כל הגז מגיע לשריפה מלאה (כלומר יש מספיק חמצן לביצוע הריאקציה) וכי קיבול החום של הגז קבוע (הנחה המתאימה בעיקר לשריפה של מעט גז, שכן קיבול החום תלוי בטמפרטורה ולכן אנו צריכים להניח כי השינוי בטמפרטורה הוא בסקלה של מאות מעלות ולא הרבה יותר, כפי שקורה בדרך כלל בגלאי). תחת הנחות אלו, ובידיעה של כמות החום הנפלטת בתהליך של שריפה מלאה, שהיא תכונה קבועה של סוג הגז, ניתן ליצור משוואה מקורבת, הנותנת את השינוי בטמפרטורה בעקבות הריאקציה:

טק-פיקס בע"מ ת.ד. 10356 ירושלים, 91102 (רח' פייר קניג 37/320) Jerusalem 10356 POB TekFix Ltd.

Tel: טלפון: +972 (0)77 7007 531 Fax: +972 (0)2 673 6393 פקס:

בטיחות גזים & פתרונות בטיחות- ישראל <EHS> Services - Israel

Email: info@safe-detect.com www.safe-detect.com

$$Y_{fuel}Q = c_p(T_f - T_{in})$$

כאשר  $Y_{fuel}$  הוא החלק היחסי של הגז הנפיץ בתערובת,  $Q$  הוא כמות החום הנפלטת בתהליך ממולקולת גז בודדת,  $c_p$  הוא קיבול החום של הגז,  $T_f$  היא הטמפרטורה בסוף התהליך ו- $T_{in}$  היא הטמפרטורה ההתחלתית. בידיעת  $Q$  ו- $c_p$ , אותם ניתן למצוא בטבלאות של פרמטרים כימיים, נוכל למצוא את הטמפרטורה המתקבלת כתוצאה מתהליך השריפה. המשוואה הזאת היא פשוטה מאוד והיא נובעת מהגדרת קיבול החום: קיבול החום הוא השינוי בטמפרטורה שיווצר כתוצאה ממתן אנרגיה, והוא תלוי בפרמטרים כימיים ותרמודינמיים של התרכובת.

#### כיצד מחליפים בין גזים שונים לאותו גלאי

מכאן ברור כי גלאי אינו יכול לזהות את סוג הגז רק לפי השינוי בטמפרטורה וכי יש צורך לתכנת אותו בהתאם. יש צורך להעריך את השינוי בטמפרטורה הנוצר כתוצאה מהריאקציה של הגז הרצוי, לפי הנוסחה שפירטנו למעלה, או לפי נוסחה מדוייקת יותר, לפי הצורך. הגלאי יזהה כל גז נפיץ ללא אפליה בגלל המנגנון הפיזיקלי הפשוט שלו ולכן הגלאי צריך להיות מכוון תמיד לגז שבקיומו חושדים על מנת לקבל קריאה נכונה של ריכוז הגז.

#### קריאה נוספת:

Eugene L. Keating. Applied Combustion (2ed., CRC Press, 2007)

Lewis, B.; Von Elbe, G. Combustion, flames and explosions of gases. (Third edition, 1987)

---

טק-פיקס בע"מ ת.ד. 10356 ירושלים, 91102 (רח' פייר קניג 37/320) Jerusalem 10356 POB 10356 TekFix Ltd.

Tel: טלפון: +972 (0)77 7007 531 Fax: פקס: +972 (0)2 673 6393

בטיחות גזים & פתרונות בטיחות- ישראל <EHS> Services - Israel

Email: info@safe-detect.com www.safe-detect.com