

הזרמת נוזלים, כולל מים, למיכלי קובייה עלולה לגרום להתלקחות



מאת: אלי תבור

זרימת נוזלים, במיוחד נוזלים דליקים, אבל אפילו זרימת מים, עלולה לגרום, בתנאים מסויימים לפיצוצים ולדליקות בסביבת עבודה.

כך עולה מיום עיון שערך הענף לחשמל סטטי באגודת מהנדסי כימיה וכימאים שבלשכת המהנדסים והאדריכלים, בנושא "סיכוני חשמל סטטי בהזרמת נוזלים דליקים ומילוי מיכלים". יום העיון נערך בשיתוף פעולה עם האגודה להנדסה כימית, עם איגוד הכימיה, הפרמצבטיקה ואיכות הסביבה בהתאחדות התעשיינים ועם המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה. השתתפו ביום העיון כ-70 מהנדסי תהליך, מנהלי תפעול, מהנדסי בטיחות ואיכות הסביבה וממונים על הבטיחות במפעלי הפטרוכימיה והפרמצבטיקה הגדולים במדינה.

בתמונה למעלה, משמאל: משתתפי יום העיון בנושא סיכוני חשמל סטטי בהזרמת נוזלים אל ומיכלי קובייה



מה שהעלה את נושא יום העיון על סדר היום הוא השימוש ההולך וגובר בשנים האחרונות ב"מיכלי קובייה" עשויים מחומרים פלסטיים במפעלי תעשייה רבים בארץ ובעולם, לצורך אחסון ושינוע נוזלים. לשימוש במיכלי קובייה האלה, המכילים בין 500 ל-1,500 ליטר נוזלים, יש יתרונות תפעוליים רבים: החומר הפלסטי עמיד לחומרים כימיים, דפנות הקובייה שקופים ומאפשרים לראות את גובה הנוזל בקובייה, משקל מיכלים אלה קטן יחסית, קל לנקות מיכלים אלה ונוח מאוד לשנע אותם הן בתוך המפעל והן מחוצה לו. כמו כן אין למיכלי קובייה אלה בעיות קורוזיה, וכיוון שיש להם מעטה מתכתי הוא מאפשר להעניק להם הארקה.

אולם הניסיון מוכיח כי השימוש במיכלים אלה עלול להיות מסוכן, שכן במהלך המילוי והריקון של המיכלים בנוזלים דליקים, נוצר חיכוך הגורם לחשמל סטטי, העלול להצית את החומרים הדליקים שבהם, לגרום להתפוצצות ולדליקות. יתר על כן: כאשר פורצת שריפה בקרבת מאגר של מיכלים כאלה עלול החום להמיס אותם ולגרום לנזילת נוזלים דליקים המלבים את הדליקה. בישראל אין כיום תקנים והנחיות ברורות לאחסון ושינוע מיכלי קובייה כאלה ויום העיון נועד להבהיר מהן הסכנות הכרוכות באחסון ושינוע מיכלי קובייה וכיצד ניתן לצמצם אותן.

בתמונה למעלה, משמאל: מיכל קובייה אופייני, המכיל אלף ליטר נוזלים. המיכל עשוי חומר פלסטי ומוקף במסגרת מתכת לשינוע. בחלקו העליון נראה פתח המילוי נאדום ובחלקו התחתון ברז הורקה.

פתח את יום העיון ד"ר אליק גרויסמן, יו"ר אגודת מהנדסי כימיה וכימאים, שהציג את פעילות האגודה והענפים הפועלים במסגרתה. גרויסמן, שלפני עלייתו לארץ מבריה"מ עסק בדיוק בנושא דומה במוסד למו"פ של תעשיית הנפט הסובייטית באסטרן ויזם שם תקן לציפויים אנטי סטטיים במיכלי דלק, הזכיר את האסון שאירע בשנת

1998 בבית הזיקוק באשדוד, שבו נהרג עובד בעקבות פיצוץ שאירע בעת לקיחת דגימה ממכל מזוט. התברר שהפיצוץ אירע בגלל היווצרות חשמל סטטי על חוט פולימרי שיצר ניצוץ שהדליק את המזוט.
בתמונה מימין: ד"ר אליק גרויסמן, יו"ר אגודת מהנדסי כימיה וכימאים בלשכת המהנדסים



יהודה ארד, שבירך את משתתפי יום העיון בשם איגוד הכימיה והפרמצבטיקה של התאחדות התעשיינים, ציין כי החשמל הסטטי הוא אחד הגורמים העיקריים לתאונות המתרחשות במפעלים הכימיים והפטרוכימיים, בעיקר משום שאין מודעות לקיומו והסכנות הנובעות ממנו. "הנושא הוא עדיין בחיתוליו ובהרבה מפעלים אין מכירים אותו ועושים שגיאות באחסון ובשינוע נוזלים דליקים", אמר ארד. "בצורה זו בונים במפעלים את הפוטנציאל לתאונות שיתרחשו שם בעוד שנה או בעוד עשר שנים".



ראשון המרצים ביום העיון היה **שי שגב**, מנהל בטיחות תהליכית גלובלי בחטיבת הכימיה של חברת התרופות "טבע", שהוא סמנכ"ל חברת "טבע" לבטיחות האחראי על הבטיחות-21 מפעלי התרופות של "טבע" ברחבי העולם. לדבריו "מיכלי הקוביות הם חלק מתהליך העבודה במפעלי 'טבע', ואנחנו פועלים כדי להקטין את הסיכון בשימוש בהם למינימום. למיכלי הקובייה יש עמידות נמוכה לאש וכן עמידות מינית נמוכה, לכן אחסון מיכלים אלה צריך להיעשות רק במקומות שתוכננו לכך מראש במבנה מבודד ומאוורר המצויד בתעלות ניקוז. תמיד צריך לקחת בחשבון שיהיה כשל בשינוע מיכלים אלה ולכן אין לאחסן בקרבתם חביות או חומרים דליקים.
בתמונה משמאל: שי שגב, מנהל בטיחות תהליכית גלובלי של חברת טבע

לטענת שגב, אחד הסיכונים של מיכלי הקובייה הוא חשיפתם לשמש הגורמת להחלשותם ולשבירתם. לדבריו אורך החיים של מיכל קובייה כזה הוא שנתיים וחצי ולכן יש לעקוב אחר מועד תפוגתם ואז להוציאם מכלל שימוש. עוד ציין שגב, כי הברזים של מיכלי הקובייה הם נקודות הכשל העיקריות שלהם. הדרך היעילה ביותר להתמודד עם הסיכון הכרוך בשימוש במיכלי הקובייה הוא אחסונם במקומות שיש בהם תעלות ניקוז ומחסומי אש, שימנעו את התפשטות הדליקה במקרה שתפרוץ. בנוסף לכך יש לאחסנם הרחק מלוחות חשמל ויש לאסור לעשן לידם, או לבצע עבודה חמה בקרבתם. אחד מכללי הזהירות החשובים בטיפול במיכלי הקובייה היא עבודה עימם רק עם ציוד מגן.

אוייב ערמומי ואכזרי

שמעון בוגן, מנהל סיכונים בחברת "גדות מסופים לכימיקלים", שהירצה על הנחיות האמנה האירופית לשינוע נוזלים דליקים, הגדיר את החשמל הסטטי כ"אוייב ערמומי ואכזרי, הנראה מאוד ערטילאי, ואין מספיק כלים כדי להעריך את הסיכונים הנשקפים ממנו בשטח".

לדבריו, התקנות התקפות בארץ לגבי שינוע חומרים דליקים מוכתבות על-ידי תקנות שירות הובלה, ואין מכסות את החומרים שיוצרים חשמל סטטי. הוא המליץ להתייחס למפרטים של האמנה האירופית לגבי הציוד החשמלי והחיווט במיכליות המובילות חומרים נפיצים והתגוננות באווירה נפוצה, המשליכות על מילוי וריקון של מיכלי קובייה, שכן הן מהוות מודל לאותה פעולה בדיוק.

מהנדסת **קרן עופר**, המשמשת כיועצת בכירה לחברת הביטוח האמריקאית "אפ.אם. גלובאל", הפועלת גם בישראל ומתמקדת



רק בביטוחים של סיכונים לתכולה ומבנים בהיקפים של למעלה מחצי מיליון דולר, סקרה את נקודת המבט של חברת ביטוח לגבי השימוש במיכלי קובייה לאחסון נוזלים דליקים. לדבריה, הפרמיה של המבוטח נקבעת לפי גודל הסיכונים ובכל מקרה נשלח מהנדס מומחה להעריך את הסיכונים.

לגבי הביטוח של הסיכונים הכרוכים באחסון נוזלים דליקים במיכלי קובייה אמרה, שלרוב אין ממליצים על אחסון נוזלים דליקים המיכלי קובייה, שכן במקרה שתפרוץ דליקה במיכלים כאלה אין דרך להשתלט על האש ועלול להיגרם נזק קטסטרופלי גם כאשר יש בקרבת מקום מערכת כיבוי אש. "אנחנו עדיין לא יודעים איך להגן על מיכלי הקובייה מסכנות החשמל הסטטי", קבעה קרן עופר.

בתמונה מימין: מהנדסת קרן עופר, יועצת בכירה בחברת ביטוח



את ההרצאה המרכזית ביום העיון נשא מהנדס אייל צדוק, יו"ר הענף לחשמל סטטי באגודת מהנדסי כימיה וכימאים, שהוא יועץ מומחה בתחום. הוא סקר את נקודות הכשל בהזרמה אל ובמילוי של מיכלי קובייה והסביר כיצד נוצר החשמל הסטטי במיכלים אלה. "היווצרות המטען האלקטרוסטטי במיכל הקובייה נוצרת בעת הזרמת נוזלים בצנרת שממלאת או מרוקנת את המיכלים", אמר. "בדרך כלל נעשה בתהליך זה שימוש בצנרת גמישה שיש בה מוליך מתכתי שרשורי חיצוני המלופק על הצינור עם מחבר מתכתי בכל קצה של הצינור. זרימת הנוזל בצינור יוצרת חיכוך בין דפנות הצינור לבין שכבת הנוזל שנועה על פניו. החיכוך גורם להצטברות מטען חשמלי על דפנות הצינור ומטען בעל קיטוב הפוך בנוזל שבתוך הצינור. המטען בנוזל מתקדם בכיוון הזרימה ונקרא 'זרם הטעינה'. כאשר מכניסים לצינור מסנן זה מגדיל את הסיכון. אז נוצרת פריקת חשמל סטטי שמציתה את הנוזל, שכן התקנת מסנן פירושה פיצול זרם הנוזל לאלפי זרמים קטנים שמגבירים את החיכוך ואת הסיכון להיווצרות חשמל סטטי. המטען האלקטרוסטטי גדל והאווירה הדליקה שנוצרת בתוך הצנרת עלולה להתלקח. אם קיימת אווירה דליקה גם בסמוך לצנרת היא עלולה להתלקח על-ידי הפריקה".

בתמונה משמאל: מהנדס אייל צדוק, יו"ר הענף לחשמל סטטי

לדברי צדוק, בעת מילוי מיכלי קובייה המטען האלקטרוסטטי מגיע יחד עם הנוזל מהצנרת אל תוך המיכל. הצטברות המטען במיכל תלויה במוליכות החשמלית של הנוזל שאוחסן בו ובתנאי הארקה של המיכל. במיכל העשוי מחומר פלסטי רגיל לא ניתן ליצור הארקה של מעטפת המיכל ואז המטען האלקטרוסטטי שמצטבר בנוזל שבמיכל אינו משתחרר. בנוסף לכך הדופן הפלסטית של המיכל עלולה לצבור מטען אלקטרוסטטי עקב חיכוך חיצוני בידיו או בבגדיו של עובד במהלך שינוע המיכל. הסכנה, לדבר אייל צדוק, אינה נשקפת רק ממיכלי קובייה שבהם נוזלים דליקים, אלא אפילו מים עלולים ליצור אש באותו תהליך.

בתמונה: מאגר מיכלי קובייה, שהחיכוך ביניהם עלול ליצור חשמל סטטי מסוכן.



אמצעי ההגנה שמציע אייל צדוק למניעת התלקחות ופיצוצים במיכלי קובייה הם:

א. שימוש בצנרת גמישה בעלת מעטפת מתכתית בעל מילוי וריקון מיכלי הקובייה וחיבורה אל צנרת מתכתית קבועה ומוארקת.

ב. חיבור הצנרת הגמישה אל משאבה ניידת והקפדה על חיבור המשאבה אל מוליך גישור להארקה. בצנרת פלסטית יש להקפיד על גישורים להארקה.

ג. יש לתכנן את הזרמת הנוזלים אל תוך מיכלי הקובייה כך שחלל הצנרת יהיה מלא בנוזל. כמו כן יש להגביל את מהירות הזרימה של הנוזל אל תוך המיכל לפי חישובים מדויקים שיש לבצע לצורך זה.

בהמשך יום העיון הירצה מנחם כספי, קצין חומרים מסוכנים ארצי בשירותי כבאות והצלה, על היערכות שירותי כיבוי האש לטיפול בחומרים מסוכנים, בתקופות שגרה וחירום, בשינוע ובתעשייה.

מהנדס הכימיה עמי סרכוסי, מחברת "כמיטל", הציג את שיטת ההגנה על מיכלי ענק לאחסון דלקים באמצעות ציפוי אנטיסטטי של דפנותיהם הפנימיות.

בסיום יום העיון נערך פאנל, שבו השיבו המרצים על השאלות והבעיות שהעלו המאזינים.