

ניקוי יבש - חשיפה לפרכלוראתילן

דף מידע מאת: רינה קנוביץ

תהליך הניקוי היבש

היסטוריה

תהליך הניקוי היבש מקורו כפי הנראה בשנת 1825 בצרפת. לעובד במפעל נשפכה מנורת שמן על מפת השולחן, כאשר המפה התייבשה התברר שהכתמים נעלמו. בתעשיית הניקוי היבש השתמשו תחילה בטרפנטין וקרוסין לאחר מכן בבנזן וגזולין כולם חומרים דליקים. בשנת 1928 הוכנס לשימוש סטודרט סולוונט (ממס על בסיס נפט בעל נקודת הבזקה גבוהה יותר כך שהופחת סיכון הדליקות אך עדיין היתה הגבלה לגבי אי מיקומם של מכבסות לניקוי יבש באזורים אורבנים כתוצאה מסיכוני דליקות. הידרוקרבונים מוכלרים שאינם דליקים הוכנסו, לשימוש תחילה פחמן – טטרכלורי אשר הוצא משימוש עקב רעילותו והוחלף בסביבות 1950 בפרכלוראתילן. כיום במרבית המכבסות לניקוי יבש (90% עפ"י נתונים בארה"ב) משתמשים בפרכלוראתילן.

תהליך הניקוי היבש

תהליך הניקוי היבש כולל שלושה שלבים: רחיצה, מיצוי וייבוש. תחילה העמסת המכונה, לאחר מכן מוזרם למכונה הממס בתהליך סגור, הנוזל בא במגע עם הבגדים למשך זמן מה לאחר מכן קיימת סחיטה במהירות גבוהה ע"מ למצות את הנוזל, לאחר המיצוי עובר הבגד ייבוש. תהליך הייבוש מתקיים באותה מכונה או מועבר לייבוש במכונה אחרת. אויר חם מסוחרר גורם לנידוף של עודפי הנוזל ולאחר מכן מוזרם אויר קר.

במכונות לניקוי יבש מותקנים פילטרים שתפקידם לסנן את שאריות הלכלוך והסיבים. תהליך הסינון הינו תהליך רציף, הנוזל עובר דרך הפילטר אותו צריך להחליף מדי פעם. תהליך נוסף של ניקוי מתבצע באמצעות זיקוק נוזל הפרכלוראתילן מחומם לטמפ' רתיחה הוא מתנדף והופך בתהליך קונדנסציה חזרה לנוזל כאשר אי הניקיונות נשארים בתחתית. שני תהליכים אלה פילטרציה וזיקוק יוצרים בוצה המכילה שאריות של פרכלוראתילן

תקני חשיפה

סיכונים פוטנציאליים ותקני חשיפה

פרכלוראתילן חודר לגוף כתוצאה מחשיפה נשימתית עורית ובבליעה. חשיפה נשימתית עלולה לגרום לפגיעה במע"מ (מערכת עצבים מרכזית), פגיעה בכבד ובכליות הפרעות בזיכרון, סחרחורת כאבי ראש, גרוי העיניים, האף והגרונ.

חשיפה עורית חוזרת לחומר תגרום להתייבשות העור והתפתחות של מחלת עור- דרמטיטיס.

בשנות ה-90 הוכר פרכלוראתילן כמסרטן בבע"ח. בשנת 1995 סווג ע"י IARC כקבוצה A2 – כלומר probably carcinogenic to human
ACGIH מסווג החומר כ-A3 כלומר החומר הוכח כמסרטן בבע"ח אך לא ידועה הרלוונטיות לגבי בני אדם.

רמת חשיפה משוקללת מירבית מותרת: TLV-TWA – 25ppm
רמת חשיפה מרבית מותרת לזמן קצר: TLV STEL – 100ppm

התקן הישראלי מאמץ את תקן החשיפה של ACGIH. בנוסף קיימת גם תקנה ישראלית ייחודית לממסים פחמימנים הלוגנים המתייחסת לחשיפה לפרכלורואתילן "תקנות הבטיחות בעבודה – גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בממסים פחמימנים הלוגנים מסוימים, התשנא –1990" - קובץ תקנות מס' 5309.

תקנות אלה מתייחסות לשלושה פחמימנים הלוגנים: טריכלורואתילן, פרכלורואתילן, 1,1,1, טריכלורואתאן.

עפ"י התקנות עובד ניקוי יבש החשוף לערכים של פרכלורואתילן הגבוהים מרמת הפעולה נחשב לעובד במפ"ה (ממסים פחמימנים הלוגנים). עובדים אלה ישלחו לבדיקות רפואיות תעסוקתיות-בדיקות כניסה ולאחר מכן לבדיקות תקופתיות פעם בשנה.

בנוסף חובה עפ"י התקנה לבצע בדיקות סביבתיות תעסוקתיות לפחות פעמיים בשנה לקביעת רמות החשיפה לפרכלורואתילן ולהביא לידיעת העובדים את תוצאות המדידה. התקנה מחייבת גם להדריך את העובדים בדבר הסיכונים הבטיחותיים והבריאותיים הנובעים מעבודה עם פרכלורואתילן. (פרוט נוסף לגבי המתחייב ניתן לקרוא בתקנות).

כיצד מתרחשת החשיפה?

דרך החשיפה העיקרית בתהליכי ניקוי יבש הינה חשיפה נשימתית. חשיפה נשימתית מתרחשת כתוצאה מפליטה של אדי פרכלורואתילן במהלך הפעלת המכונות ובעת טיפול במכונה ובבוצה. רמות החשיפה אליהן נחשף העובד תלויות במס' רב של גורמים במקום העבודה, סוג המכונה, מידת וסוג האוורור הקיים, תחזוקה ותפעול.

מחקרים שבדקו רמות חשיפה לפרכלורואתילן במהלך ניקוי יבש הגיעו למסקנה שמקור חשיפה עיקרי הינו בעת העמסת /הוצאת הבגדים מהמכונה.

מקור נוסף לחשיפה הינו בגדים שנוקו אך לא יובשו לחלוטין והם ממשיכים לפלוט אדים של פרכלורואתילן באזור בו הם תלויים.

חשיפה לריכוזים גבוהים של פרכלורואתילן תיתכן גם במהלך ביצוע עבודות תחזוקה תקופתיות של המכונה לדוגמה החלפת הפילטרים, ניקוי המלכודות וטיפול במפריד המים.

תחזוקה לקויה של המכונה עלולה לגרום למצבים של דליפת אדי פרכלורואתילן מהמכונה או אף דליפה של נוזל העלול להתאדות באולם.

מניעת החשיפה - תחליפים

מניעת חשיפה לפרכלוראתילן

הפחתת החשיפה לממיסים בתהליך ניקוי יבש הינו תהליך שצריך לכלול חיפוש אחר תחליף שהסיכון הבריאותי והבטיחותי שלו נמוך יותר, נקיטת אמצעים טכניים הנדסיים, הנהגת שיטות עבודה נכונות ושימוש בציוד מגן אישי.

השיטות היעילות ביותר להקטנת החשיפה הן מציאת תחליף, שינויים בתהליך והדרכת עובדים. שיתוף פעולה של העובדים והנהלה יכולים להוות פתרון לבעיית החשיפה.

הטבלה שלהלן מסכמת את האמצעים להקטנת החשיפה :

טיפול במקור	באזיר	באדם הנחשף
חומרים תחליפיים	הקפדה על ניקיון	הדרכה
שינוי תהליך	אזור כללי	רוטציה בין עובדים
בדוד תהליך	הרחקת העובד	בדוד העובדים
סגירת תהליך	ניטור רציף	ציוד מגן אישי
שיטה רטובה	תוכנית תחזוקה	תוכנית תחזוקה
יניקה מקומית		
תוכנית תחזוקה		

תחליפים

בשנים האחרונות נעשה מאמץ גדול למצוא תחליף לפרכלוראתילן כממס בניקוי יבש. שתי אפשרויות מיושמות כעת: שיטה של ניקוי רטוב ושיטה של ניקוי יבש עם ממיסים על בסיס נפט. **ניקוי רטוב** הינה שיטה חדשה בה מנקים במים אריגים שנוקו בעבר בניקוי יבש באמצעות ממיסים. הבעייתיות, מים גורמים לחלק מהסיבים להתנפחות וכתוצאה מכך במהלך הייבוש להתקמטות, התכווצות והחלשות של הבד.

לפיכך בשיטות החדשות של ניקוי רטוב נוקטים במס' אמצעים המקטינים פגיעה בסיבים: שימוש בדטרגנטים מיוחדים, סחיטה מוגברת של המים לפני הייבוש, שליטה הדוקה על טמפ' ולחות במהלך הייבוש, בבגדים עדינים במיוחד מקטינים את זמן הייבוש למינימום והבגד מועבר לייבוש באזיר. יתרונות השיטה: מניעת הסיכון הבריאותי שבחשיפה לפרכלוראתילן והזיהום הסביבתי שנגרם, ריחות נעימים יותר והשיטה איננה יקרה יותר. חסרונות השיטה: לא מהווה תחליף מושלם לפרכלוראתילן חלק מהבדים עלולים להפגע מהמים והשיטה מצריכה יותר עבודה ידנית.

ניקוי בממיסים על בסיס של נפט הינה שיטה ישנה שפעלה עוד לפני הניקוי עם פרכלוראתילן וקיימת חזרה לחומרים אלו. הבעייתיות בחומרים אלו הינה היותם דליקים. זו היתה גם הסיבה לכך שלפני שנים הוחלפו חומרים אלו בפרכלוראתילן שהינו ממס לא דליק. כיום משתמשים בשיטה זו בממיסים על בסיס נפט בעלי נקודת הבזקה גבוהה יותר מ- 550⁰ C, ממיסים אלה יציבים טרמית בתנאי העבודה של ניקוי יבש. בנוסף קיימת טכנולוגיה חדשה הכוללת שימוש בגז אינרטי חנקן וטכנולוגיה של עבודה בואקום, שיטות אלה מרחיקות את החמצן וכך מקטינות אפשרות להוצרות תנאים לפיצוץ.

יתרונות השיטה: הממיסים בעלי רעילות פחותה מפרכלוראתילן, בעלי לחץ אדים נמוך יותר ומכאן שהחשיפה הנשימתית נמוכה יותר, מחירם נמוך מזה של פרכלוראתילן.

חסרונות של השיטה: סיכוני דליקות גבוהים מזה של פרכלורואתילן, לחץ האדים הנמוך לעומת פרכלורואתילן גורם לזמן ייבוש ארוך יותר, יעילותם בהרחקת כתמים נמוכה יותר לעומת פרכלורואתילן. **פחמן דו חמצני נוזלי** שיטה שמנסים כעת אך היא עדיין לא מיושמת החסרון העיקרי סיכון ממערכת הנמצאת בלחץ גבוה.

מניעת חשיפה – אמצעים הנדסיים

תכנון ותחזוקת המכונה

במשך השנים נעשה מאמץ רב להקטין רמות החשיפה לפרכלורואתילן ואחד הכיוונים היה פיתוח של מכונות חדשות.

כחלק אינטגרלי של המכונה קיים קונדנסור וקולט מפחם פעיל אשר קולטים וממחזרים את אדי הפרכלורואתילן, כך שריכוז האדים שנפלטים קטן בהרבה לעומת מכונות ישנות.

את המכונות הקיימות בשימוש בשוק ניתן לסווג לחמישה דורות של מכונות: דור ראשון: מכונות ישנות בהן קיימת הפרדה בין שלב הכביסה הרטוב לבין הייבוש העובד צריך להעביר את הבגדים ידנית למכונת הייבוש. ברור ששיטת עבודה זו חושפת את העובד לרמות גבוהות של פרכלורואתילן.

דור שני: במכונות אלה שני התהליכים כביסה וייבוש משולבים יחד ואין צורך להעביר את הבגדים לייבוש. במכונות אלה שאריות של אדי החומר נפלטים לאויר או בחלקם עוברים קודם דרך מערכת שסופחת את האדים.

דור שלישי: מכונות אלה הינן מערכות סגורות אשר מסחררות את האויר החם דרך מערכת הממחזרת את שאריות האדים בחזרה למערכת כך שנחסך חומר ולא נפלטים אדי פרכלורואתילן לאויר.

דור רביעי: מכונות מהדור השלישי שעברו שיפור בטיפול בשאריות הפרכלורואתילן במכונות אלה קיים קונדנסור וסופח המגבירים את יעילות מיחזור החומר. דור חמישי: מכונות מהדור הרביעי שהוסיפו להן מכשיר ניטור ומערכת אינטרלוק שאיננה מאפשרת פתיחת הדלת במידה וריכוזי הפרכלורואתילן עדיין גבוהים מ – 300 ppm.

בבדיקות השוואתיות שנערכו בעת הפעלת המכונות השונות התקבלו הנתונים הבאים:

twa (ppm)	peak (ppm)	
60-40	4000-1000	מכונה מהדור הראשון:
20-15	4000-1000	מכונה מהדור השני :
20-15	4000-1000	מהדור השלישי:
3	300-10	מכונה מהדור הרביעי:
3	300-10	מכונה מהדור החמישי:

תחזוקה שוטפת של המכונה תמנע היווצרות מצבים של דליפות. חשוב במיוחד לבדוק בקביעות את המערכות שתפקידן להקטין את פליטת האדים מהמכונה (vapor recovery system). החשיפה לריכוזי פרכלורואתילן עלולה לעלות כאשר הקונדנסור לא תקין, המלכודות לא נוקו, מערכת הספיחה לא פועלת במלוא היעילות, קיימת דליפה מהדלתות ועוד תקלות. חשוב מאד לבצע תחזוקה שוטפת עפ"י הוראות היצרן.

כמו כן חשוב לבדוק שלא קיימת דליפה בצנרת ובחיבורים. בעת ביצוע תחזוקה חשוב להתגונן מפני חשיפה.

מניעת חשיפה – אורור נוהלי עבודה וציוד מגן אישי

אורור

במכונות ניקוי יבש החדשות חלק אינטגרלי מהמכונה הינה מערכת יניקה מקומית אשר יונקת את האויר סמוך לפתח העמסת/הוצאת הבגדים. מערכת היניקה מונעת פליטה של אדי פרכלורואתילן ע"י הזרמת אויר נקי סביב הבגדים שנוקו ואשר מוצאים מהמכונה. מהירות הזרימה המומלצת בשטח הפנים של הדלת הינה 100fpm. במכונות ישנות יותר שהיניקה איננה חלק אינטגרלי מהמכונה ניתן להתקין מערכת יניקה חיצונית כאשר המנדף מותקן מעל הדלת. בנוסף ליניקה המקומית חשוב שיהיה באולם העבודה גם אורור כללי שיספק 12 החלפות אויר בשעה.

נוהלי עבודה נכונים

הקטנת החשיפה לפרכלורואתילן ניתנת להשגה גם ע"י הקפדה על שיטות עבודה נכונות. הקפדה זו חשובה בעיקר במכונות מהדור הישן. במכונות אלה חשוב לא לקצר את זמן הייבוש, לא להעמיס מעבר לכמות המומלצת ולא לפתוח את הדלת לפני תום התהליך. כל אלה עלולים להגביר חשיפת העובד. במכונות מהדור החדש אין אפשרות לפתוח את הדלת לפני תום התהליך ואין אפשרות לקצר את תהליך הייבוש.

להלן רשימה של המלצות לנוהלי עבודה נכונים שיצמצמו את החשיפה:

- ממיסים וחומרי בוצה לא יושארו בכלים פתוחים.
- מכונות הניקוי היבש לא יועמסו מעבר למומלץ כמו כן אין לשנות את
- טמפרטורת העבודה ואת משך פעולתה.
- כל מערכות האורור יופעלו בעת הפעלת המכונה.
- עבודות תחזוקה יבוצעו רק כאשר המכונה איננה מופעלת ונמצאת בטמפרטורת החדר.
- תחזוקת המכונה תבצע באופן סדיר עפ"י המלצות היצרן.
- דלתות המכונה יפתחו למינימום הזמן הנדרש.
- בדיקת דליפות תבוצע באופן קבוע וכל דליפה שאותרה תטופל מיידית.

ציוד מגן אישי

מסיכה עם פילטר פחם פעיל מומלצת לשימוש בעת ביצוע עבודות תחזוקה ובעת העמסת/הוצאת הביגוד. בכפפות ובמשקפי מגן מומלץ להשתמש כאשר מתבצעות עבודות תחזוקה ועבודות העלולות לגרום לחשיפה עורית. הכפפות המומלצות הן מסוג viton או polyvinyl alcohol.

Reference

control of exposure to perchloroethylene in commercial drycleaning substitution HC17 Niosh

control of exposure to perchloroethylene in comercial drycleaning (machine design) HC18 Niosh

control of health and safety hazards in commercial drycleaners ,chemical exposure ,fire hazards and ergonomic risk factors. DHHS (NIOSH) publication no.97-150.