

טכנולוגיה חדשנית לצמצום החשיפה לאבק שיש

העובדים בעיבוד לוחות שיש נחשפים לאבק סיליקה, שעלול לגרום למחלת הסיליקוזיס - מחלת ריאות כרונית. נתונים מראים עלייה ברמות התחלואה במהלך השנים, בישראל, אשר מקורה בבתי מלאכה לעיבוד שיש. המאמר מביא שיטות וטכנולוגיות קיימות להגנה מפני חשיפה ומציף את החסמים הקיימים בפני הטמעת טכנולוגיות מתקדמות בתחום זה, תוך השוואה בין המגזרים

מאת ד"ר סמי סעדי

מנהל מחוז צפון, המוסד לבטיחות ולגיהות
צילום: המוסד לבטיחות ולגיהות

בעבודה בעיבוד שיש העובדים נחשפים לסיכונים העלולים לפגוע בבריאותם. הסיכון העיקרי והבעייתי ביותר הוא חשיפה לצורן דו-חמצני גבישי - סיליקה. הסיליקה מצויה בריכוזים גבוהים מאוד בלוחות שיש מלאכותי (דוגמת אבן קיסר) ובאחוזים נמוכים יותר בלוחות גרניט.

העובדים בעיבוד לוחות שיש בתהליכי חיתוך, כרסום, קידוח וליטוש נחשפים לאבק סיליקה, העלול, ברמות חשיפה גבוהות, לגרום למחלת הסיליקוזיס. מחלת הסיליקוזיס היא מחלת ריאות כרונית. בשלבים מתקדמים מתפתחים קוצר נשימה חמור, צמצום נפח הריאות הפעיל, הפסקת תפקוד של אזורי שלמים בריאות, אצירת נוזלים בריאות עד לכשל לבבי. הנתונים בשנים האחרונות מצביעים על עלייה במספר המקרים החדשים של סיליקוזיס, המתגלים בישראל. בשנים 2009-2015 התגלו ודווחו 248 מקרי תחלואה חדשים של סיליקוזיס, ואצל רוב העובדים מקור התחלואה הוא בבתי מלאכה לעיבוד אבן שיש מלאכותית. התווספה לכך העובדה שבבתי מלאכה לעיבוד שיש נמדדו בעבר ונמדדות כיום, לעתים, רמות חשיפה תעסוקתית לאבק בר-נשימה של סיליקה גבישית חופשית, הגבוהות מהרמה המרבית המותרת.

דגשים בבחירת שיטות הגנה

יש הבדלים גדולים מאוד בחשיפה של עובדים לסיליקה בין עיבוד יבש של אבן שיש ובין עיבוד רטוב. כמו כן, יש הבדלים בחשיפה בין עיבוד אבן שיש מלאכותית ובין עיבוד אבן שיש טבעית, כשעיבוד שיש מלאכותי, כמובן, יוצר חשיפה גבוהה

יותר. עיבוד רטוב לא תמיד מקטין חשיפה לרמות קבילות בחלק מהתהליכים. נשמיות חד-פעמיות עלולות לא להגן על חלק מהעובדים גם בתהליכי עיבוד רטובים.

שימוש בטכנולוגיה להקטנת החשיפה

היררכיית ההגנה ההנדסית לפי סדר עדיפות מהנמוך לגבוה:

1. ציוד מגן אישי

ההגנה הנפוצה במקומות עבודה עם אבק היא המסכה החד-פעמית (נשמית) להגנה מפני אבק (חלקיקים). מסכה זו מכסה חצי פנים ומשמשת להגנת מערכת הנשימה מפני חלקיקים. נשמיות שכוחות בעבודות בנייה ושיפוצים להגנה מפני אבק, אף על פי שלא

תמיד הן מספקות הגנה מספקת. האוויר נשאף פנימה וננשף החוצה דרך המסכה על ידי פעולת הריאות. מסכות אלה הן לשימוש חד-פעמי, ובדרך כלל, אינן מומלצות לשימוש חוזר. מסכות אלה לוכדות אבק שעובר דרכן, אבל אינן לוכדות גזים, לכן, אינן מתאימות לשימוש במקומות שקיימים בהם חוסר חמצן או גזים רעילים. מסכת אבק קיימת בכמה דרגות סינון (FFP1, FFP2, FFP3), כאשר היעילות של FFP1 היא נמוכה והיעילות של FFP3 גבוהה. מסכות אלה יוצרות התנגדות לנשימה, בייחוד כשהמסכה עמוסה. כמו כן, ההתנגדות לנשימה גדלה משמעותית בעת שימוש בתנאי לחות או רטיבות.

אמצעי מגן נשימתיים אישיים חד-פעמיים, כגון נשמית, ודאי שאינם מתאימים להגנה בפני אבק שיש (סיליקה), כיוון שמקדם ההגנה שלהם נמוך. מבחינת הגנה אישית מומלץ להשתמש בנשמיות, P3 כשיש גם הגנה הנדסית מתאימה, אבל כשההגנה ההנדסית אינה מספקת, ההגנה האישית הנשימתית המומלצת היא ברדס מחובר לקו אוויר או מפוח. מסכות שלמות מחוברות למפוח או לקו אוויר עשויות ליצור הגנה מספקת בתהליכים מסוימים, אך אינן נוחות לשימוש לזמן ארוך במשך יום העבודה. התקנים האלה מחייבים ספיקת אוויר מינימלית, שמוכתבת על ידי היצרן. בספיקה נמוכה מהספיקה המינימלית קיימת אפשרות של דליפת אוויר חיצוני מזוהם פנימה.

2. יניקה מקומית של אבק

אחת השיטות העיקריות המוצעות לבקרת סיליקה בעיבוד שיש היא שיטת היניקה המקומית.

מספר דיווחים על מחלת הסיליקוזיס לפי שנים (לפי נתונים של מינהל הבטיחות)	
2006	3
2007	4
2008	4
2009	14
2010	21
2011	27
2012	26
2013	44
2014	73
2015	44
2016	36
סה"כ	296

תהליכי עיבוד שיש במכונות CNC הם תהליכים רטובים, שמתבצעים בצורה אוטומטית, כמו כן, תהליכים אלה הם תהליכים סגורים, כך שמידת הפליטה של מזהמים ממכונות אלה היא נמוכה מאוד, יחסית לשאר שיטות העיבוד.

סיכום

שימוש במערכות ממוחשבות, המופעלות ללא נוכחות עובד בזמן העיבוד, או בתהליך עיבוד רטוב וסגור, מביא לצמצום החשיפה לאבק סיליקה בצורה משמעותית. למרות זאת, השימוש באמצעים הטכנולוגיים האלה בארץ מצומצם ביותר, למעט תהליכים רטובים, שההסבה אליהם עלתה בשנים האחרונות.

קיימים כמה חסמים בפני הטמעת טכנולוגיות מתקדמות בעיבוד אבן ושיש בארץ. לרוב, מדובר בבתי מלאכה קטנים, בעלי אמצעים דלים, יחסית, שלא יכולים לעמוד בעלויות הגבוהות של כלים מתקדמים ואשר חסרים להם גם מיומנות וידע בהפעלה. לכן, השימוש בשיטות הללו קיים רק במפעלים גדולים יחסית.

במגזר הערבי קיימים הרבה בתי מלאכה קטנים מאוד לעיבוד שיש (1-5 עובדים), ומטבע הדברים, יכולתם להשקעה בצידו מתקדם מוגבלת מאוד. להם יש חסמים נוספים על אלה שהוזכרו לעיל. בתי המלאכה לעיבוד שיש, נמצאים, לרוב על ציר תנועה ראשי ולא באזור תעשייה מסודר, לכן, יש בעיה קשה של תשתיות, דבר שמקשה על התקנת ציוד מתקדם. נוסף על כך, בתי מלאכה אלה הם לרוב ללא רישיון עסק, כך שהאפשרויות שלהם לגיוס מקורות מימון לרכישת ציוד מתקדם דלות הרבה יותר.

מקורות:

1. צמצום חשיפה לסיליקה, מינהל הבטיחות והבריאות בתעסוקה
http://employment.molsa.gov.il/Employment/SafetyAndHealth/OccupationalHealth/RiskFactors/Silica/Pages/exposure_reduction.aspx

2. ד"ר אשר פרדו ואחרים, 2014, ניתוח השוואתי של חשיפה לסיליקה גבישית בבתי מלאכה לעיבוד שיש, כבסיס להתאמת אמצעי בקרה למניעת החשיפה, המוסד לבטיחות ולגיהות.

3. Worker Exposure to Silica during Countertop Manufacturing, Finishing and Installat
<https://www.osha.gov/Publications/OSHA3768.pdf> ■

לאבק סיליקה, או מרמת הפעולה.

4. עיבוד רטוב משולב ביניקה מקומית של אבק

קיימים גם כלים המשלבים אספקת מים ויניקת אוויר מקומית. זה, למעשה, שילוב בין שתי השיטות הקודמות להגברת ההגנה על ידי לכידה של האבק במקום היווצרותו. הכלים הללו כמעט שאינם נמצאים בשימוש בבתי מלאכה קטנים לעיבוד אבן ושיש. בבתי מלאכה אלה, אשר מהווים רוב בענף זה, משתמשים לרוב באחת מהשיטות הקודמות.

5. חיתוך ועיבוד בעזרת סילון מים



חיתוך בסילון מים מתייחס לשימוש בסילון מים בלחץ גבוה מאוד לחיתוך חומרים במקרים מסוימים, כמו חיתוך חומרים קשים, המים מעורבבים בגרגירים של חומר שוחק, המשפר את יכולת החיתוך. בשיטה הזאת כמות גדולה של מים מועברת דרך חריץ צר מאוד, ובאופן זה מקבלים סילון מים במהירות ובתאוצה גבוהים מאוד. הלחץ האדיר של סילון המים פוגע בחומר וחותך אותו. לחץ המים פוגע בחומר הנחתך ויוצר בו סדקים קטנים, שמתפתחים עד לחיתוך מלא של החומר.

חיתוך בעזרת סילון מים הוא תהליך ידידותי לסביבה. שלא כמו מערכות חיתוך מכני מסורתיות, חיתוך זה אינו דורש קירור או שמנים לסיכה, ולכן, אין שבבים מזהמים או פסולת כימית שחייבים להיפטר ממנה. שלא כמו תהליכים תרמיים, כגון פלזמה או ליזר, סילון המים אינו מייצר אדים מזיקים במהלך תהליך החיתוך, וכמו כן, אינו מייצר אבק או שבבים שמסוכנים לעובד.

6. עיבוד CNC רטוב וסגור

מכונת CNC לעיבוד שיש היא למעשה סוג של רובוט, שניתן לתכנות כדי להניע כלים לעיבוד אבן ושיש. הפעלת הכלי על ידי מחשב מאפשרת תיאום תנועות ופעולות, שקשה או בלתי אפשרי לבצע ידנית, ובכך ליצור צורות מיוחדות.

מערכת יניקה מקומית היא מערכת בקרה הנדסית להפחתת חשיפה למזהמים באוויר, כגון אבק, אווירוסול טיפתי, אדים או גזים במקום העבודה. מתקן יניקה מקומית ליד המכונה, שואב את המזהמים מיד לאחר התהוותם ליד המקור, או בסמוך אליו, ולפני שהוא מגיע לדרכי הנשימה של העובדים. בניגוד למערכת האוורור הכללי, המאפשרת למזהמים להתפשט בכל מקום העבודה לפני שהוא נפלט החוצה מאוחר יותר.

על אף יעילותה של שיטה זו, לא תמיד היא מצמצמת את החשיפה לרמות נמוכות מהרמה המרבית המותרת לחשיפה לסיליקה עבור מקטע אבק בר-נשימה. במידה שהעובד אינו מקפיד על מיקום פתח היניקה סמוך לנקודת התהוות המזהם, היניקה המקומית אינה מפחיתה את החשיפה או שמפחיתה במידה מועטה. מכאן, הצורך לא רק לבחור את מערכת היניקה הנכונה, אלא גם לדאוג לתחזוקתה ולהדרכת העובדים בכל מה שקשור להצבה, לכוונון ולנוהלי הפעלה של המערכת. חסרונות אפשריים ביניקה מקומית הם הצורך במערכת צמודה לתהליך, והצורך בהקפדה על מהירות לכידה מספקת של היניקה.

3. עיבוד רטוב



השיטה מתייחסת להרטבת נקודת החיתוך (נקודת היווצרות המזהם) בעת עיבוד אבן ושיש. השיטה מיושמת לאורך שנים רבות, בעיקר בכלים נייחים. בתקופה האחרונה, קיימים בשוק גם כלים ניידים לחיתוך ולעיבוד אבן ושיש עם אספקת מים להקטנת החשיפה. על אף היות המים, לכאורה, אמצעי אפקטיבי לצמצום החשיפה לסיליקה, השימוש בהם עלול לעתים להיות בעייתי בגלל האפקט הארוזיבי שלהם, דהייית צבע של שטח הפנים בחלק המעובד, סכנת החלקה, צורך בבידוד חשמלי וניקוז. על אף יעילותן של שיטות אלה, הן לא תמיד מצמצמות את החשיפה לרמות נמוכות מהרמה המרבית המותרת לחשיפה