

סיבי צמר סלעים: השפעה בריאותית ותקנות

דף מידע מאת: רון וייזינגר

"צמר סלעים" שייך לקבוצת הסיבים הסינתטיים (synthetic vitreous fibers). "סיבים סינתטיים" הוא שמה הגנרי של קבוצת חומרים אמורפיים סיביים כמו: "צמר זכוכית", "סיבי זכוכית" "צמר סלעים" "צמר סיגים" ו"סיבים קראמיים". סיבים סינתטיים אילו מיוצרים מזכוכית, סלעים, מתכות ועוד. בעבר נקראה הקבוצה בשם "סיבים מינרליים" (man-made mineral fibers - MMMF), וכך הם עדיין נקראים בתקנות.

"צמר הסלעים" משמש כבר שנים רבות לבידוד תרמי ואקוסטי של מבנים. צורת הסיבים שמזכירה סיבי אסבסט והשימוש הדומה בחומר, לצורכי בידוד, גרמו בעבר ועדיין גורמים לדאגה בקרב הציבור לגבי פגיעתם הבריאותית. דאגת הציבור הובילה למחקרים הרבים שנערכו ברחבי העולם, בנוגע להשפעות הסיבים על הבריאות.

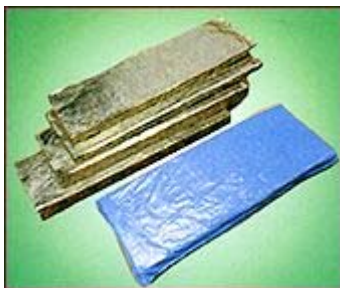
ייצור

הסיבים מיוצרים במספר טכניקות. השיטה המקובלת היא סחרור סלע מותך במיכל דמוי צלחת מחוררת. הכוח הצנטרפוגלי דוחק את הנתך אל מחוץ לנקבים, והוא מתקרר ומתקשר לצורת סיבים דקים וארוכים.

הסיבים המינרליים מיוצרים בקטרים שונים, בהתאם לייעודו ולתהליך הייצור. קוטרם הנומינלי של הסיבים משתנה בהתאם לסוג הסיב, לייעודו ולתהליך הייצור (הקוטר הנומינלי מייצג את הערכת ממוצע קוטר הסיב במוצר). קוטרם הנומינלי של סיבי צמר הסלעים נע בין 1-10 מיקרונים כאשר רוב הסיבים הם בקוטר של 3 מיקרון או יותר.

תהליך הייצור של הסיבים אינו מאפשר ליצור סיבים בקוטרם הנומינלי. עם השיפורים שחלו בתהליכי הייצור במשך השנים, מתקרב קוטר הסיב לערכו הנומינלי אך עדיין קיימים במוצר גם סיבים בקוטר גדול יותר או קטן יותר כך שבמוצר הסופי קיימים גם סיבים "ברי נשימה".

צמר הסלעים מיושם, למטרות מסוימות, בתפזורת, אך במרבית המקרים מצפים את הסיבים - כבר בשלב הייצור - בחומרים מלכדים, ובכך מקטינים את האפשרות שהסיבים יתפוררו וייהפכו לאבק.



מזרון עטוף



שרוולי בידוד



צמר סלעים בתפזורת

שימושים

הסיבים משווקים בצורות שונות בהתאם לייעודם: כלוחות כבושים (לבידוד אקוסטי במבנים); כ"תרמילים" כבושים (שרוולי בידוד לצנרת); כמזרונים ארוזים ברשת (לבידוד תרמי של משטחים גדולים - דוודים ומיכלים); כמזרונים עטופים בשקיות אטומות מפלסטיק (פוליאטילן, לבידוד תרמי ו/או אקוסטי של תקרות).

חשיפה לסיבים

העובדים בייצור החומר ואלה העוסקים ביישומו עלולים להיחשף לסיבים. ריכוז הסיבים באוויר תלוי במשתנים רבים כמו: נוכחות חומרים מלכדים במוצר, אורך הסיבים וקוטרם, אריזת המוצר, הטיפול במשטחים חשופים ועוד.

שימוש בסיבים עם חומרים מלכדים אשר משווקים בעטיפה אטומה וחזקה איננו מהווה סיכון לבריאות, כל עוד הסיבים אינם משתחררים לאוויר. הסיכון לבריאות גדל כאשר, מסיבות שונות המעטפת נפגמת והסיבים משתחררים לאוויר.

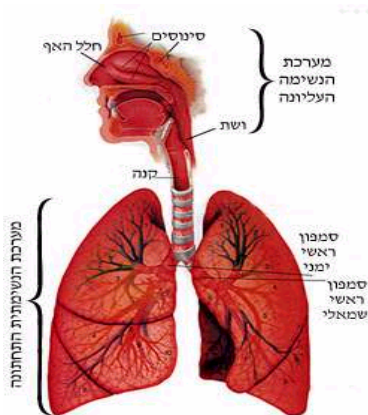
כבר המלה סיב מעלה חששות בקשר לפגיעה בריאותית אפשרית בגלל האסוציאציה המיידית כמעט לסיבי האסבסט. סיב צמר הסלעים גורמים בעיקר לתגובות גירוי בעיניים, בעור ובדרכי הנשימה העליונות והשפעתם במרבית המקרים חולפת עם תום החשיפה והפיכה, בניגוד לפגיעתם הבריאותית החמורה של סיבי האסבסט.

תכונות הסיבים המינרליים והקשר לבריאות

סיבי צמר הסלעים שונים מסיבי האסבסט בתכונות הפיזיקליות שלהם ולפיכך, התנהגותם באוויר הסביבה ובמערכת הנשימה אחרת.

חשיפת העובד תלויה במשך החשיפה ובריכוז החומר או במספר הסיבים באוויר - ככל שהריכוז באוויר גדול יותר כך הסיכון גדול יותר. כאשר עובדים עם סיבי צמר סלעים (טלטול, עיבוד או פעולות מכניות אחרות) הרמות באוויר נמוכות יותר. "הסיב המינרלי" האמורפי, שלא כסיב האסבסט, נשבר בנקל לרוחבו בלבד וקוטרו אינו משתנה - כלומר הסיב מתקצר או מתפורר לאבק אך קוטרו נשמר (בד"כ מעל לקוטרו הנומינלי 3- מיקרון), סיב האסבסט לעומת זאת מתפצל לאורכו כך שקוטרו משתנה. ככל שקוטר סיבים גדול יותר כך הם שוקעים מהר יותר באוויר. מסיבה זו, עבודה עם סיבי אסבסט כרוכה ברמות סיבים גבוהות יותר, בסביבת העבודה עם צמר סלעים מרחפים באוויר פחות סיבים קטנים, סביבת העבודה מאובקת פחות.

אורכם וקוטרם של סיבים ומסילותם בנוזלי הריאה הם הגורמים העיקריים שקשורים לפגיעה הבריאותית חלקיקים גדולים או סיבים ארוכים מפונים אל מחוץ לגוף כבר בדרכי הנשימה העליונות - קנה הנשימה והסימפונות - תוך שהם נלכדים בהפרשותיהם ומסולקים באמצעות הריסים של תאי הציפוי (Bronchial cilia) אל מחוץ לריאות ולגוף. סיבים ארוכים או אלו שקוטרם מעל 3 מיקרון אינם חודרים לעומק הריאות ולכן אינם מהווים סיכון בריאותי משמעותי.



חלק מהסיבים מגיעים למערכת הנשימה התחתונה לנאדיות (Aveoli). אילו הם הסיבים "ברי הנשימה" שאורכם עולה על 5 מיקרון, והיחס בין אורכם לקוטרם גדול מ-3.

סיבים שהגיעו לנאדיות מסולקים מהריאה באמצעות מנגנוני הסילוק וניקוי אחרים - נבלעים ע"י המקרופאגים, או מותקפים כימית ע"י נוזלים חוץ-תאיים המצויים בריאה.

ידוע שחלקיקי אבק מזיק שאינם מפונים מצטברים, במשך שנות החשיפה של העובד בתוך נאדיות הריאות ופועלים לאט על הרקמה הריאתית (הפרנכימה), הורסים אותה, וגורמים להצטמקותה ולהצטלקותה. זוהי הפיברוזיס הריאתית, אשר ברבות השנים (10 עד 30 שנים) גורמת לקוצר נשימה, לירידה בתפקודי הריאות ובאפשרותן לבצע באופן תקין את חילופי הגזים באזור הנאדיות.

אך אין זה המצב לגבי סיבי צמר סלעים. סיבי צמר הסלעים מפונים כבר במערכת הנשימה העליונה. אלו מהם שהסתננו והגיעו אל מערכת הנשימה התחתונה מסולקים מהריאה ע"י המקרופאגים או עקב התקפת הנוזלים החוץ תאיים. סיבי צמר הסלעים מסיסים בנוזלים הללו יותר מסיבי האסבסט כך שעמידותם בתוך הריאות נמוכה יותר, והם מפונים מהן תוך זמן קצר בהרבה, בהשוואה לסיבי אסבסט (סיבי האסבסט עמידים הרבה יותר בפני הנוזלים החוץ תאיים).

השפעה על מערכת הנשימה

סיבי צמר סלעים עלולים לגרום לגירוי זמני של מערות האף ומערכת הנשימה העליונה. לא ידוע על פגיעות משמעותיות לאורך זמן (פגיעות כרוניות) במערכת הנשימה, בעקבות חשיפה לסיבי צמר הסלעים ברמות שמתחת לערכי הסף המותרים.

השפעה על העור

הסיבים עלולים לגרום לגירוי של העור שמתבטא בגירודים ואדמומיות. גירוי העור מתרחש בד"כ כאשר אורך הסיב 5 מיקרון ויותר והנו זמני. המגע עם השרף (resin) שמצפה את הסיב עלול לגרום לדרמטיטיס אלרגי (allergic contact dermatitis).

השפעה על העיניים

חשיפה של העיניים לסיבים עלולה לגרום לגירוי בעיניים, אך לא ידוע על פגיעה כרונית.

קרצינוגניות

ממצאי המחקרים לגבי סרטן הריאות באדם בעקבות חשיפה לצמר סלעים אינם עקביים. לא ניתן לקבוע על סמך המידע הקיים שסיבי צמר סלעים גורמים לסרטן באדם.

הארגון הבין לאומי לחקר הסרטן (IARC) לאחר בחינתם מחדש של המחקרים שנעשו בעבר ובחינת מחקרים חדשים שינה בשנת 2002 את הסיווג לצמר הסלעים מקבוצה 2B (group2B) - מסרטן אפשרי לאדם לקבוצה 3 (group3) - לא ניתן לסווג כמסרטן לאדם. הסיווג לקבוצה 3 ניתן לחומר שלגביו אין ראיות שהוא אכן גורם לסרטן באדם והמידע הקיים לגבי פוטנציאל הסרטן בבע"ח אינו רלוונטי. הארגון ממק את הסיווג לצמר סלעים כך:

- על פי המחקרים הקיימים, צמר סלעים גרם לסרטן בחיות מעבדה בדרכי יישום לא רגילות (לא רלוונטיות לאדם העובד) כגון הזרקה.
 - המחקרים האפידמיולוגיים הקיימים אינם מאשרים או תומכים במובהק בכך שחשיפה לסיבי צמר סלעים גורמת לעלייה בסיכון לסרטן באדם.
- ה-ACGIH מסווג את צמר הסלעים בקבוצה A3. סיווג זה ניתן לחומר היות שנמצא מסרטן בבע"ח, במכניזם שאינו רלוונטי לאדם (במקרה של צמר סלעים, הזרקת החומר לריאות בעל החיים למשל, תוך התעלמות ממנגנוני ההגנה של הריאות) וכן כאשר המחקרים האפידמיולוגיים הקיימים אינם מראים עלייה בשכיחות מקרי סרטן באדם.

תקנות וערכי חשיפה

הגדרת המונח "סיבים מינרליים" נמצאת ב"תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א-1990" "סיבים מינרליים טבעיים או מלאכותיים, אנאורגניים, לרבות סיבי זכוכית, צמר זכוכית, צמר סלעים, צמר סיגים, סיבים רפראקטוריים-קראמיים, ולמעל אסבסט, שאורכם עולה על 5 מיקרון וקוטרם קטן מ 3 מיקרון והיחס בין אורכם לקוטרם גדול מ 3. סיבים מינרליים נמצאים ברשימת החומרים שעל פי תקנות אלו, יש לבצע עבורם בדיקות סביבתיות תעסוקתיות מדי שנה.

ערך החשיפה המותר לצמר סלעים הוא: 1 סיב/סמ"ק אוויר (TLV-TWA) למשך 8 שעות.

הדרישות שבתקנות מיועדות לעובדים עם צמר סלעים.

לגבי כלל האוכלוסייה - אילו שאינם עובדים בצמר סלעים - קיימת התייחסות של הוועדה הטכנית לאבק מזיק. על פי החלטת הוועדה הטכנית, ובאישור הוועדה הרפואית לאבק מזיק, נקבע עבור האוכלוסייה, ערך חשיפה מנחה לסיבים מינרליים - של 6750 סיב/מ"ק - בתוקף מ- יולי 1994.

הערך המנחה לכלל הציבור (ל- 24 שעות) אינו מהווה דרישה מחייבת למעסיק לנקוט באמצעים כל שהם להפחתת החשיפה אלא ניתן בגדר המלצה בלבד.