

מרכז מידע

בסיוע "הפעולה המונעת" -

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה
רח' מזא"ה 22, ת.ד. 1122, תל-אביב 61010

טלפון: 5266455-03 פקס: 5266456-03

e-mail: info@osh.org.il

ת-137

בטיחות וגהות בתעשיית הגומי



מאת: זהר שטרן



המוסד לבטיחות ולגיהות

דצמבר 2004

חוברת זאת נועדה למסור מידע לקורא בתחומים בהם עוסק הפרסום
ואיננה תחליף לחוות דעת מקצועית לגבי מקרים פרטיים.
כל בעיה או שאלה מקצועית, הקשורות במקרה פרטים- יש לבחון,
לגופו של עניין, עם מומחה בתחום.

© כל הזכויות שמורות

למוסד לבטיחות ולגיהות - מרכז המידע

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגרי מידע,
לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי,
או מכני או אחר - כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה
אלא ברשות מפורשת בכתב מהמו"ל.

תוכן העניינים

1	_____ מבוא
3	_____ חומרים
3	_____ תהליכי ייצור בתעשיית הגומי
6	_____ תחיקה בתחום הבטיחות והגהות
7	_____ בטיחות בתעשייה - ציוד
10	_____ אש והתפוצצות
11	_____ ממיסים
14	_____ אפידמיולוגיה (חקר מגיפות)
16	_____ אלרגיה לגומי טבעי העשוי מגומי בתחליב (לטקס)
17	_____ גירויים בעור ודלקת עור
19	_____ אבק ואדים
25	_____ הפרעות בפעולות שריר-שלד בעבודה
26	_____ ניטרוזאמינים
27	_____ 1,3- בוטאדיאן
29	_____ המלצות כלליות לטיפול בכימיקלים לייצור גומי

בטיחות וגהות בתעשיית הגומי

1. מבוא

עיקר חומרי הגלם של תעשיית הגומי הם גומי טבעי וסינתטי. דרום מזרח אסיה מייצרת ומספקת את עיקר צריכת הגומי הטבעי שבעולם, בעוד שגומי סינתטי מיוצר בארצות המתועשות כגון: ארצות הברית, יפן ואירופה. ברזיל הנה אחת הארצות המתפתחות בעלת תעשיית גומי סינתטי משמעותי. צמיגים ומוצריהם מהווים כ-60% מכלל צריכת הגומי הסינתטי ו-75% מהגומי הטבעי. תעשיית הגומי מעסיקה בעולם כחצי מיליון עובדים. המוצרים החשובים ביותר, מלבד צמיגים, כוללים: חגורות הנעה, צנרת, כפפות, קונדומים, והנעלה.

טבלה מספר 1 סוגי גומי חשובים ושימושיהם, ארצות הייצור וכמויות.

שימושים	תכונות עיקריות	ייצור בשנת 1993 [באלפי טונות]	סוג הגומי
צמיגים, אטמים, מחברים, רפידות לגשרים ובניינים, הנעלה, צנרת, חגורות מסועים, יציקות, כפפות, קונדומים, אביזרי רפואה, דבקים, תחתית לשטיחים, ספוג	לשימושים כלליים; אינו עמיד בשמנים; תופח בממיסים; נפגע בחשיפה לחמצן, אוזון, קרינת אולטרא סגול (UV)	תאילנד 1500 אינדונזיה 1350 מלזיה 920 הודו 430	גומי טבעי (Natural rubber)
כדוגמת גומי טבעי	לשימושים כלליים; כנ"ל	ארה"ב 50 מערב אירופה 15 יפן 50	פוליאייזופרן (Polyisoprene)
צמיגים, חגורות מסועים, ספוג, יציקה, הנעלה, צנרת כיסוי לגלילים, דבקים, מוצרים עמידים במים, תשתית לשטיחים	לשימושים כלליים; עמידות נמוכה בשמנים ובממיסים	ארה"ב 920 מערב אירופה 1120 יפן 620	סטירן-בוטדיאן (Styrene-Butadiene)
צמיגים, סוליות נעלים, חגורות מסועים, חגורות הנעה, צעצועים,	עמידות נמוכה בשמנים וממיסים, רגיש לתנאי אקלים שונים, גמיש מאד גם בטמפרטורות נמוכות, התנגדות טובה לשחיקה,	ארה"ב 470 מערב אירופה 300 יפן 215 מזרח אירופה 60	פוליבוטדיאן (Polybutadiene)

<p>גומי בוטילי (Butyl rubber)</p>	<p>ארה"ב 130 מערב אירופה 170 מזרח אירופה 90 יפן 85</p>	<p>חדירות נמוכה לגזים, עמיד בחום, חומצות, נוזלים פולריים (כגון אצטון), אינו עמיד בשמנים ממיסים, עמידות בינונית בתנאי מזג אוויר</p>	<p>צינורות פנימיים, חומרי אטימה, בידוד לכבלים, רפידות למכונות, בריכות שחיה, ממברנות לגגות, חגורות הנעה למסועים וצנרת עמידה לטמפרטורה גבוהה</p>
<p>אתילן-פרופילן [EPDM]</p>	<p>ארה"ב 260 מערב אירופה 200 יפן 125</p>	<p>גמישות בטמפרטורות נמוכות, עמידות בתנאי מזג אוויר וחום, עמידות נמוכה בשמנים וממיסים, תכונות חשמליות מעולות</p>	<p>שרוולים לכבלים וחוטים; מוצרי אטימה, חופות לאחסון גרעינים, גגות, בריכות שחיה, תעלות, מזבלות</p>
<p>פוליכלורופרן (Polychloroprene)</p>	<p>ארה"ב 105 מערב אירופה 100 75 75</p>	<p>עמיד לשמן חום ותנאי מזג אוויר, כבה באש מעצמו</p>	<p>שרוולים לכבלים וחוטים, צנרת למים, חגורות למסועים ואחרות, חליפות נגד מים, ציפוי לאריגים, מוצרים מתנפחים, דבקים, תמכים לגשרים ולפסי רכבת, ספוג, אטמים</p>
<p>גומי ניטרילי (Nitrile rubber)</p>	<p>ארה"ב 65 מערב אירופה 110 יפן 70 מזרח אירופה 30</p>	<p>עמיד בשמנים וממיסים, מתנפח בממיסים קוטביים</p>	<p>חומרי אטימה צנרת עמידה בדלקים, חגורות מסועים, סוליות נעלים, כפפות, דבקים, ציוד לאיתור נפט</p>
<p>גומי סיליקון (Silicone rubber)</p>	<p>ארה"ב 95 מערב אירופה 110 יפן 60</p>	<p>עמיד בטמפרטורות נמוכות וגבוהות, עמיד בשמנים וממיסים ובתנאי מזג האוויר,</p>	<p>בידוד לחוטים וכבלים, דבקים, אטמים, מוצרי יציקה, מסכות גז, צנרת למזון ורפואה, שתילים בכירורגיה</p>
<p>פוליסולפיד (Polysulfide)</p>	<p>ארה"ב 20 יפן 5</p>	<p>עמידות בשמנים וממיסים, טמפרטורות נמוכות, תנאי מזג אוויר, חדירות נמוכה לגזים</p>	<p>ריפוד לגלילים, אטמים, חומרי אטימה, דיאפרגמות,</p>

הטיפול בנושאי בטיחות וגהות בתעשיית הגומי הנו בעל חשיבות רבה. מתוך מחקרים מדעיים רבים, המתייחסים לעובדים בתעשייה זו, באחדות מהן זוהתה תמותה גבוהה כתוצאה מסרטן של שלפוחית השתן, קיבה, ריאות, כלי דם ואחרים ושלא ביחס הדומה לזה הקיים בכלל האוכלוסייה. מקרי המוות של עובדים בתעשייה זו, בדרך כלל קשורים למקרים בהם העובדים נחשפו במשך תקופה ארוכה לחומרים כימיים שונים.

2. חומרים

מוצרי גומי אינם מורכבים מסוגי הגומי השונים בלבד, אלא גם ממרכיבים נוספים שמעניקים לגומי תכונות הנדרשות בתהליך הייצור ואחריו. במרבית המפעלים, מוסיפים לגומי הגולמי חומרי מילוי כגון פחם שחור (carbon black) ותוספים שונים. התוספים נחלקים לקבוצות הבאות:

- מצלבים - מוסיפים לתערובת הגומי בתהליך הגיפור מתוך מטרה להופכו לחומר תרמוסטי. המצלבים העיקריים הם גופרית ופראוקסידים.
- זרזים - היות ותהליך הגיפור הוא תהליך איטי, מוסיפים זרזים אורגניים כגון: אמינים, קרבמטים או תיאזולים.
- מלאנים - משמשים כחומרי מילוי, בחלקם מעניקים לגומי חוזק ועמידות בפני שחיקה (פחם שחור), אחרים משמשים להגדלת הנפח והוזלה של המוצר (טלק).
- מרככים - מוסיפים כדי לקבל מוצר ביניים רך יותר, כך שיתאפשר הכנסה וערבוב קל יותר של חומרי המילוי וכן של המוצר הסופי. חומרי הריכוך הם שמנים סינתטיים או טבעיים.
- חומרי שימור - כדי לשפר עמידות מוצרי גומי מפני חשיפתם להשפעות מזיקות כגון: חמצן, אוזון, טמפרטורת גבוהות, קרינה, נהוג להוסיף חומרים משמרים המאריכים את חיי המוצר.
- חומרי עזר ייחודיים - תוספים המקנים למוצר תכונות מיוחדות כגון שרפים להגברת הדבקות וקבלת מרקם רצוי בתהליך העיבוד, או צבעים להענקת גוון רצוי.

3. תהליכי ייצור בתעשיית הגומי

במרבית מפעלי הגומי מתבצעים תהליכי ייצור דומים הכוללים את השלבים העיקריים הבאים:

- Mixing and compounding - ערבוב חומרים אבקתיים
- Milling - טחינת חומרי הגלם על גלילים
- Extruding and calendaring - עיבוד למוצר בתהליכי שיחול וערגול
- Curing - גיפור

3.1 ערבוב חומרי הגלם

בשלב הראשון של תהליך ייצור הגומי, מערבבים את חומרי הגלם, המגיעים בדרך כלל למפעל בשקים או במכלים. הערבוב נעשה באמצעות מערבלים שונים למשל מסוג בנבורי (banbury). קיימת אפשרות שחומרים רעילים יתקבלו בתוך שקים פלסטיים במינון הנדרש, כך שניתן יהיה לרוקן את תוכנם לתוך המערבל, ללא הצורך לפתוח אותם קודם לכן. על ידי כך נמנעים העובדים מחשיפתם לאבק.

במפעלים מתקדמים, תהליך הייצור הוא אוטומטי. מערכת השקילה מחוברת למסועים שמעבירים את חומרי הגלם, הגומי ותוספים אחרים ישירות לתוך מערבל הבנבורי. עיקר התוספים המצויים בצורת אבקה הם: חומרי גיפור, מאיצים, מלאנים, מרככים, זרזים ופיגמנטים (צבענים).

תהליך ערבול חומרי הגלם, הוא אחד התהליכים החשובים בקביעת טיב המוצר הסופי. מערבל מסוג בנבורי בנוי מתא ערבוב הסגור הרמטית בקיבולת של 100 - 250 ליטר. התא מצויד במערכת קירור מים, שתפקידה למנוע מתערובת חומרי הגלם להתחמם יתר על המידה בזמן הערבול ובכך להתחיל כבר בשלב זה את תהליך הגיפור. טמפרטורת הערבול נעה בתחום של 90 - 180°C מותאמת לסוג הציוד ולהרכב התערובת. גם סדר הכנסת חומרי הגלם למערבל חשוב לצורך השגת התערובת הרצויה. קיימות שתי שיטות עיקריות להכנת התערובת:

- הכנה חד-שלבית - מערבבים את כל חומרי הגלם בו זמנית.
- הכנה דו-שלבית - בשלב הראשון מכניסים את רוב חומרי הגלם, למעט פיגמנטים וחומרי גיפור. מתקבלת תערובת הנקראת תרכיז (Master batch), שממנה ניתן להכין מוצרי גומי סופיים בעלי תכונות וצבעים שונים והניתנת לאחסון ממושך. בשלב השני מוסיפים לתערובת את הפיגמנטים ואת חומרי הגיפור הרצויים

3.2 טחינת חומרי הגלם

טחינת החומר הוא תהליך המשכי לשלב הראשוני של ערבוב החומרים. התערובת נופלת ממערבל הבנבורי למערגל גלילים פתוח כדי:

- לערבב באופן אחיד את כל החומרים
- לרכך את התערובת
- להקנות לתערובת צורה של יריעה או רצועה

הטחינה מתבצעת באמצעות שני גלילים פלדה חלולים, המסתובבים אחד כנגד האחר, כאשר אחד מהם מסתובב קצת מהר יותר מהאחר. כתוצאה מכך התערובת נגזרת בין הגלילים, מתערבבת ומתרככת. בתום הטחינה, התערובת מתקבלת בצורת יריעות הומוגניות, או רצועות העוברות באמצעות מסוע ונטבלות בחומר מונע הידבקות. בעבר השתמשו למטרה זו בטלק ואילו כיום (בגלל הסיכון הבריאותי הקיים בטלק) נעשה שימוש בחומר אבץ סטארט. במצב זה התערובת מאוחסנת עד לשלב הוספת פיגמנטים וחומרי גיפור.

3.3 עיבוד באמצעות משחלה או ערגול

בשלב זה מקבלת תערובת הגומי את צורתה הרצויה. במשחלה מקבלת התערובת באמצעות מבלט שבקצה שלה את דפוסה הסופי, או על ידי הזרקתה דרך פייה בלחץ לתוך תבנית. במעגלה מייצרים יריעות בדים מאושפרים בגומי. תהליך זה כולל הכנת יריעות גומי מהתערובת, ציפוין בבד וביצוע של החיבור ביניהן.

3.4 גיפור

גיפור הוא התהליך הסופי שבייצור, כאשר החלק שהתקבל מהשלב הקודם מקבל כאן את תכונותיו הסופיות - קשיות, חוזק מכני, עמידות בפני שינויי טמפרטורה ועמידות בפני ממיסים. הגיפור הוא תהליך כימי בלתי הפיך המתרחש באמצעות חום ולחץ גבוה. קיימות שיטות רבות של גיפור, כאשר הנפוצות שבהן:

- גיפור באוטוקלב - נעשה בסוג של תנור המופעל בטמפרטורה ולחץ גבוה, שלעתים מוסף לתוכו גז אמוניה.
- גיפור בחום יבש - גיפור המשמש בדרך כלל בייצור של יריעות גומי המאושפרות בבד.
- גיפור באמבט מלח - אמבט המכיל תערובת של מלחים אנאורגניים כגון תמיסות של נתרן או אשלגן של ניטרט או של ניטריט בתחום טמפרטורות של 150 - 250°C. גיפור באמבט מלח משמש בדרך כלל לייצור של צינורות.

4. תחיקה בתחום הבטיחות והגהות

דרישות הבטיחות והגהות שונות במקומות רבים בעולם. למשל, ברוב מדינות אירופה תקנות הבטיחות והגהות מבוססות על החוק האזרחי ואילו בארצות הברית דרישות אלו נוטות להיות יותר עצמאיות בהגדרתן. בישראל קיימות תקנות בטיחות שחלקן בעלות השלכות ייחודיות גם לתעשיית הגומי (ראה בהמשך).

4.1 החוקים המשפיעים על הבטיחות והגהות בארצות הברית.

הפיקוח בארצות הברית על חומרים רעילים במקום העבודה נאכף בעיקרו על ידי שלושה חוקים פדרליים: חוק הבטיחות והגהות במכרות משנת 1969, חוק הבטיחות והגהות התעסוקתי משנת 1970 וחוק הפיקוח על רעלים משנת 1976.

4.1.1 תקנות בטיחות וגהות תעסוקתיות פדרליות במקום העבודה.

חוק הבטיחות והגהות התעסוקתי דורש מארגון Occupational Safety and Health (Administration) לפעול באופן הבא:

- (1) לעודד עובדים ומעסיקים לצמצום סיכונים במקום העבודה ולהטמיע תוכניות בטיחות ובריאות חדשות או קיימות משופרות;
- (2) לפתח תקנות הכרחיות בתחום הבטיחות והגהות במקום העבודה ולאכוף אותם ביעילות;
- (3) לבסס תחומי אחריות נפרדים אבל תלויים זה בזה ומתן זכויות לתנאי בטיחות וגהות נאותים;
- (4) לבסס דיווח ורישום של תאונות ומחלות;
- (5) לעודד המדינות להעריך את האחריות המלאה לביסוס אדמיניסטרציה בכל הנוגע לתוכניות של בטיחות ולגהות;

4.2 החוקים המשפיעים על הבטיחות והגהות בישראל

בישראל קיימים מספר חוקים ותקנות המשפיעים על הבטיחות בתחום זה. בתחום הפיקוח קיים חוק ארגון הפיקוח על העבודה ותקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים). כמו כן קיימות מספר תקנות ייחודיות לחומרים כגון: תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בבנון) ותקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בממיסים פחמימניים ארומטיים מסויימים).

5. בטיחות בתעשייה: ציוד

5.1 סטטיסטיקה בתעשייה

רבע מכלל תאונות העבודה בארה"ב מתרחשות בתעשיית הגומי. בהתאם לפרסום של משרד העבודה האמריקאי, סך כל מקרי התאונות והמחלות בתעשיית הגומי והפלסטיקה בשנת 1999 היה 269.4 לכל 10000 עובדים. מספר מקרי התאונות בתעשיית הגומי בבריטניה היה גבוה מממוצע התאונות של כל שאר התעשיות בשנות ה-90. הסיבה העיקרית למספר זה, לדעת איגוד יצרני הגומי הבריטי, הוא המספר הגבוה של תאונות בטלטול. בשנת 1997/1998, טלטול ידני היה אחראי על למעלה מ-40% מהתאונות שדווחו לארגון HSE (Health and Safety Executive) בסקטור הצמיגים החדשים, המחודשים ומוצרי גומי שונים. בבריטניה דווח, שתאונות בתעשיית הגומי והפלסטיקה הן הסיבה העיקרית להיעדרות של למעלה משלושה ימי מחלה. מספר תאונות של נפגעים ומוות בעבודה נמצא בסימן עליה מאז שנת 1997 (ראה טבלה 2). מספר תאונות העבודה (נפגעים ומוות) בשנת 1999/2000 ובשנת 1998/1999 היו 280.4 ו-276.3 לכל 100000 עובדים בהתאמה.

טבלה מספר 2 - מספר התאונות בתעשיית הגומי בבריטניה בשנים 1994 - 2000

שנה	תאונות - מוות	תאונות נפגעים	היעדרות בגלל מחלה מעל 3 ימים
1995-1994	1	329	3186
1996-1995	0	391	3133
1997-1996	3	606	3256
1998-1997	2	673	3608
1999-1998	5	635	3379
2000-1999	2	640	3438

5.2 בטיחות של מטחנת גלילים וקלנדר

5.2.1 בטיחות במטחנה

מטחנות גלילים וקלנדרים משרתות במידה רבה את תעשיית הגומי. בתאונות של גלילי לחיצה, (nip) כתוצאה מהיתפסות בגלילים מסתובבים, עיקר הסיכונים מתהווים בזמן פעולתן. בנוסף לכך קיים פוטנציאל לתאונות בזמן תיקון ואחזקה של מכונות אלו ואחרות. בשנת 1973 הארגון Industrial Council for the Rubber Manufacturing Industry שבארה"ב הגיע למסקנה כי עבור גלילי לחיצה מסתובבים, התקן בטיחות התלוי בפעולת המפעיל אינו יכול להיחשב כשיטה אפקטיבית למניעה תאונות של גלילים מסוג זה. מסקנות אלו נכונות באופן מיוחד גם עבור מטחנות שבתעשיית הגומי. לדאבון לב, מעט מאד נעשה לשינוי קוד התנהגות זה. מחסום גוף (body bar) הוא היחיד שבאופן נפוץ מקובל כהתקן אוטומטי ויעיל כדי למנוע תאונות במטחנות. מכל מקום אפילו לאבזור הבטיחות 'מחסום גוף' יש מגבלות ואין הוא יכול לשמש ביעילות בכל המקרים, אלא אם כן נעשים שיפורים בציוד ובתהליכי העבודה.

המורכבות הבטיחותית של מטחנה אינה פשוטה, ישנם מספר גורמים המשפיעים על זה:

- גובה המטחנה
- גובה המפעיל
- ציוד עזר
- דרך פעולת המטחנה
- מידת הדביקות של הגומי המעובד (Stock)
- מרחק עצירה

גובה המטחנה מכתוב באיזה צורה מפעיל המטחנה מפעיל אותה. עבור מטחנות הנמוכות מגובה של 1.27 מטר בעוד שגובה המפעיל מעל 1.68 מטר, קיימת נטייה לעבוד גבוה מעל המטחנה או בקרבה יתרה לגלילים הלוחצים. נטייה זו מחייבת מהתקן הבטיחות האוטומטי להגיב בזמן תגובה קצר מאד כדי לעצור את המטחנה. גם גובה המפעיל מכתוב עד כמה קרוב יימצא המפעיל ליד המטחנה כדי להפעילה. היות והמפעילים הנם בעלי גובה שונה ועליהם להפעיל את אותה מטחנה, מתבזבז זמן רב בביצוע כיוונונים של אמצעי הבטיחות.

ציוד עזר, כגון: מסועים או אמצעי הזנה, יכולים לעתים להיות בסתירה להימצאותם של כבלי בטיחות וחבלים המשמשים כמגני בטיחות. למרות הדרישה המפורשת להימצאותם של מגינים אלה, לעתים כבלים וחבלי בטיחות אלה מוזזים ממקומם במטרה לאפשר הפעלה נוחה יותר של ציוד העזר. כתוצאה מכך הכבלים נמצאים מאחורי ראשו של המפעיל וחושפים אותו בפני סכנות גדולות.

גובה המטחנה וציוד העזר מהווים רק חלק מדרך פעולתה של המטחנה, ישנם גורמים נוספים שמן הראוי לציין. במידה ולא קיים גליל מתחת למיקסר, המשמש לערבוב כדי לפלג את הגומי באופן אחיד על המטחנה, יהיה על המפעיל להזיז בידיים את הגומי המעובד מצד אחד של המטחנה אל צידה האחר. פעולה זו של ערבוב תוך כדי הזזת הגומי חושפות את המפעיל לסיכון מוגבר של מאמץ או גרימה לנקע.

האפשרות שהגומי יידבק על הגלילים מהווה סיכון נוסף. מחסום הגוף שעל הגלילים עלול להפוך לסיכון בטיחותי אם לדוגמה, הגומי נדבק לגליל ועל המפעיל יהיה להוציאו משם. מפעילי מטחנות גלילים המעבדים גומי חם חייבים לחבוש כפפות. המפעיל משתמש לצורך עבודתו בסכינים. גומי מעובד דביק המסתובב על הגלילים יכול "לתפוס" סכין, כפפה או יד ערומה ולמשוך את זה לעבר גליל-דוחס מסתובב המשמש עזר לגלילים המעבדים.

אמצעי בטיחות אוטומטיים אינם יעילים באופן מלא, היות והגלילים ממשיכים להסתובב גם לאחר מתן הפקודה לעצור ועד להגעתם לכדי עצירה מוחלטת, בעוד שהמפעיל עלול להגיע בפרק זמן זה עד לגליל הדוחס שעל גבי גלילי עיבוד הגומי. מרחקי עצירה חייבים להיבדק לפחות פעם בשבוע והבלמים בהתחלת כל משמרת. בלמים חשמליים דינמיים חייבים להיבדק על בסיס רגיל. אם מפסק האיפוס אינו מכוון כראוי, הגלילים ינועו אחורה וקדימה וייגרם נזק לגלילים. עבור מטרות מסוימות בלמי דסקיות עדיפים. במטחנת גלילים עם בלמים חשמליים יכולה להתעורר בעיה; אם העובד מפעיל את מתג עצירת הגלילים ולאחר מכן מנסה להפעיל גם את מתג החירום של הגלילים. במספר סוגי גלילים, מתג החירום לא יפעל כלל במידה ומתג עצירת הגלילים הופעל כבר.

ישנם מספר כיוונונים המשפרים את בטיחות גלילי עיבוד הגומי. נקיטת הצעדים הבאים תקטין את החשיפה לפגיעות מהגליל הלוחץ שעל גלילי עיבוד הגומי.

- קורת מגן חייבת להיות מותקנת על פני כל גליל, בתנאי, שרק אם היא ניתנת לכיוונון בגובה על גלילי הגומי והיא נגישה למפעיל הגלילים.
- בלמי הגלילים יכולים להיות מכניים או חשמליים, אבל הם חייבים להיבדק בכל משמרת ומרחק העצירה חייב להיבדק בכל שבוע. מרחקי העצירה חייבים להתאים לדרישות ANSI (American National Standards Institute).
- כאשר גלילי הגומי מתחממים ונעשים דביקים, מערכת גלילי גומי דו-דרגתי עדיפה על מערכת הגלילים החד-דרגתי. שימוש במערכת זו מקטינה את חשיפת המפעיל לסיכונים ומשפרת את ערבוב הגומי המעובד.
- כאשר מפעילי הגלילים נדרשים להעביר גומי המעובד דרך הגלילים, חייבים לשלב להם גליל בחישה במטרה להקטין את חשיפת המפעיל לסיכונים.
- אימון מתמשך של מפעיל גלילי עיבוד הגומי חייב להתבצע וזאת כדי להבטיח שהמפעיל אינו עובד קרוב מדי לגליל הדוחס הנמצא על גלילי העיבוד. במסגרת אימון זה יש להתייחס גם לאימון על גלילי עיבוד מעבדתיים, במיוחד כאשר דוגמה ניסיונית נדרשת לעבור מספר פעמים דרך הגליל הדוחס.
- בגלילים מסוימים, נוספו מזיני חומר לגלילי עיבוד הגומי. התקן זה מבטל באופן מעשי את האפשרות להזין את הגלילים בחומר גולמי בעזרת מזלגות מלגזה וגורם לביטול של השימוש בקורת מגן המיועדת כהתקן בטיחות לשימוש זה.

5.2.2 בטיחות בקלנדר

קלנדרים מצויים בשוק בתצורות מכניות רבות, הכוללים ציוד עזר רב, דבר המקשה על התייחסות בטיחותית, ייחודית לקלנדר מסוים. לרוע המזל, כאשר קלנדר או חלק מצידו מועבר ממפעל למפעל, או מארץ לארץ, לעתים קרובות תיאור ה"היסטוריה" של התאונות אינו מצורף אליו. על סמך לקחי תאונות בעבר, מגינים הוסרו ושונו נהלי העבודה המעשית. סמוך להעברת הקלנדר מוחזר המצב לקדמותו, דבר שגורם לחזרה על תאונות שהיו כבר בעבר לפני השינויים. מכוונת עם הוראות הפעלה והוראות בטיחות בשפה אחרת מאשר שפת האם של המפעיל בדרך כלל יקשו על יישום יעיל של הוראות הבטיחות של יצרן הציוד.

6. אש והתפוצצויות

הסכנה מפני אש והתפוצצות בתעשיית הגומי היא גבוהה. הסכנה קיימת לא רק במשך תהליך הייצור, הכולל שימוש בממיסים דליקים, אלא גם במשך זמן האחסנה של חומרי גלם, מוצרים מוגמרים וכן של אשפה דליקה.

נוזלים מסוימים, כגון ממיסים יכולים להפוך אדים דליקים בכמויות נפחיות גדולות והנמצאים בטמפרטורת החדר. כאשר האדים מתערבבים עם האוויר הם יכולים לעתים להיות מוצתים תוך כדי התפוצצות עזה ומסוכנת. לפיכך נוזלים דליקים הנשפכים על הבגד מהווים סיכון גבוה ביותר. כדי להקטין את הסיכונים מחומרים, שנשפך עליהם נוזלים דליקים יש לפנותם בצורה מבוקרת ובטיחותית.

כמו כן יש לנקוט ביחס לחומרים דליקים בפעולות הבאות:

- לאחסנם במקום נפרד מחומרים אחרים, בתוך ארגז או ארון ייעודי העשוי מתכת.
- חומרים משומשים או המיועדים לזריקה, יש לאחסן במקום בטוח בו קיים אוורור יעיל, שאין בו מקור לניצוצות.
- כאשר לא נעשה שימוש בחומרים הדליקים, יש לשמור אותם במכלים סגורים. מומלץ, אם אפשר להשתמש במכלי בטיחות בעלי מכסים הנסגרים מעצמם.
- חומרי פסולת יימצאו על מגשים המכילים חומרי ספיגה שאינם דליקים המשמשים לטאטוא של שפך פסולת נוזלית.

מספר מוצרים מוצקים מוגמרים כגון מוצרי גומי הנם בעירים. כאשר הם מוצתים משתחררים מהם ענני עשן שחור סמיך ומסוכן.

לפיכך יש לנקוט בצעדים הבאים:

- יש להרחיק חומרים אלה ממקורות חום או ציוד חשמלי.
- יש לשמור על מעברים ויציאות חירום מאזורי אחסון ומקומות עבודה, חופשיים מחומרי גלם ארוזים וחומרים מוגמרים.

7. ממיסים

ממיסים נמצאים בשימוש רב בתעשיית הגומי בעת תהליך עיבודו וזאת כדי למנוע את דביקותו. ממיסים משמשים גם לניקוי במקום העבודה. על העובדים לדעת מהי מטרת השימוש בממס מסוים. כלומר, פחמימנים אליפטיים משמשים ל"פתיחת" הגומי בזמן העיבוד על הגלילים; פחמימנים ארומטיים (כגון טולואן וקסילן) משמשים לעשיית תמיסות של גומי; פחמן דו-גופרתי משמש בתהליך של הקשיה בטמפרטורת בחדר; ופחמימנים המכילים בהרכבם כלור (כגון מתילן כלוריד) משמשים בתהליכי ייצור של דבקים, שאינם דליקים.

טולואן וקסילן נכללים בתקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בממיסים פחמימניים ארומטיים מסוימים), התשנ"ג-1993.

ערך "חשיפה משוקללת מרבית מותרת" - (Average TLV-TWA - Threshold Limit Value - Time Weighted) - שהיא הרמה המשוקללת המרבית של גורמים כימיים ופיסיקליים באזור עבודתו של העובד אשר עד אליה מותרת חשיפה במשך יום עבודה של 8 שעות מתוך יממה עבור טולואן הוא 50 חל"מ ועבור קסילן 100 חל"מ.

ערך "חשיפה מרבית מותרת לזמן קצר" - (Threshold Limit Value - Short Term Exposure) - שהיא הרמה המרבית של גורמים כימיים ופיסיקליים באזור עבודתו של העובד אשר עד אליה מותרת חשיפה של עד 15 דקות בכל פעם, לא יותר מ-4 פעמים ביום עבודה של 8 שעות מתוך יממה ובמרווח של 60 דקות לפחות בין פעם לפעם, ובתנאי שרמת החשיפה הכוללת ל-8 שעות עבודה ביממה תהיה נמוכה מרמת החשיפה המשוקללת המרבית המותרת עבור טולואן הוא 75 חל"מ ועבור הקסן הוא 150 חל"מ. תדירות הבדיקות הרפואיות לעובדים בחומרים אלה היא 6 חודשים.

7.1 השפעות בריאותיות

ההשפעות הבריאותיות העיקריות של ממיסים הן גירויים בעור, בעיניים ופגיעה בריאות, כאבי ראש, בחילה וסחרחורת. חשיפה לממיסים עלולה לפגום ביכולת של העובד לשמור על שיווי משקלו וכתוצאה מכך לגרום לתאונות של נפילה. אדם עלול לאבד את כושר הריכוז, או להאריך את זמן התגובה לסיכונים וכתוצאה מכך להשפיע על כושר שיפוטו ביחס לפעולות חשובות ומסובכות. תופעות אלו יכולות להשתנות לרעה ולהחמיר כתוצאה של שתיית אלכוהול. חשיפה מרובה באופן מיוחד לממיסים, במקום בו משתמשים בדבקים באתר לא מאוורר כגון חללים סגורים, יכולה לגרום לאיבוד ההכרה ואפילו למוות. עובד החשוף לממיסים ומרגיש שלא בטוב, חייב להיבדק על ידי רופא. יתכנו תופעות אחרות מאלו שתוארו פה והמשתנות בהתאם לסוג הממס.

7.1.1 בנזן C_6H_6

בנזן, הנו נוזל נדיף, חסר צבע ודליק. בעבר שימש לבדיקת כושר הספיגה של גומי (ידוע בשם: אינדקס הספיגה). כמו כן נהגו להשתמש בו כממס בתעשיית הגומי והסוליות, עבור דבקים ומסירי צבעים. בנזן נספג בגוף על ידי מערכת הנשימה והעור. השפעתו לטווח הקצר (אקוטיות) על מערכת העצבים כוללת כאבי ראש, עייפות, בחילות, סחרחורות, תרדמת (נרקוזה) ועד לאיבוד ההכרה. תסמינים אקוטיים אלה מתרחשים בחשיפה לריכוזים גבוהים (ריכוז בנזן באוויר בשיעור של 7,500 חל"מ (חלקים למיליון) למשך זמן של למעלה מ-30 דקות גורם לתרדמת המובילה למוות) של בנזן באוויר, אולם חומרת ההשפעה משתנה מעובד לעובד. השפעת בנזן לטווח הארוך (כרונית) על העובד כוללת ירידה בתפקוד לשד העצמות ועליה בסיכון ללקות ב- aplastic anaemia וסרטן הדם. כמו כן קיים חשד לגרימת multiple myeloma. בחשיפה ממושכת בריכוזים שמעל 50 חל"מ, נמצאה גם השפעה רעילה על כלי הדם. הרעלה כרונית של בנזן המשפיעה על מערכת העצבים יכולה לגרום לשינויים התנהגותיים ופסיכומוטוריים.

רמת חשיפה מרבית עבור בנזן באוויר משתנה בהתאם לסוכנויות השונות. OSHA (Occupational Safety and Health Administration) מתירה ערך חשיפה מותר PEL (Permissible Exposure Limit) בשיעור של 1 חל"מ; NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) מציע ערך TWA (time weighted average) של 0.1 חל"מ.

בשנת 2000 קבע ה-HSE (Health and Safety Executive) בבריטניה את הערך TWA לבנזן בשיעור של 3 חל"מ ובשנת 2003 החמיר והציב ערך זה על 1 חל"מ. בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בבנזן), התשמ"ד-1983, ערך חשיפה משוקללת מרבית מותרת - TLV-TWA הוא 0.6 חל"מ.

וערך חשיפה מרבית מותרת לזמן קצר - TLV-STEL 0.2 חל"מ כאשר תדירות הבדיקות הרפואיות לעובדים בחומר זה היא 3 חודשים. אמצעי מניעה מתמקדים גם על הימנעות משימוש בחומר או מציאת תחליפים מתאימים לו וכן הקטנת החשיפה. בהתאם ל- RIDDOR משנת 1985 על המעסיקים לדווח על כל מקרה של הרעלת בנזן.

7.1.2 טולואן $C_6H_5CH_3$

טולואן, הידוע גם בשם מתיל בנזן, הנו נגזרת מתילית של בנזן. גם טולואן משמש כאינדיקטור למידת ספיגה של גומי. חשיפה לזמן קצר (אקוטית) לריכוזים העולים על 200 חל"מ גורמת לכאבי ראש, סחרחורות, גירוי בעיניים, באף, בגרון, פגיעה בחושים, חוסר קואורדינציה, בלבול ותרדמת. חשיפה לטווח ארוך (כרונית) גורמת לחולשת השרירים, כאבי בטן, פגימה ביציבות ההליכה ואי שליטה בשרירים, מחלת עצבים היקפית, פגיעה שכלית והתנפחות הכבד. כמו כן נמסרו דיווחים על אפקטים הקשורים בהתנהגות העצבית. תסמינים הדומים לאלה של בנזן על מערכת הדם נזקפו בגלל נוכחות בנזן המצוי באחוז מסוים כזיהום בטולואן מסחרי. בשנת 2000 הייתה החשיפה המרבית (TLV - TWA) בבריטניה לטולואן בשיעור של 50 חל"מ וערך חשיפה מרבית מותרת לזמן קצר (TLV - STEL) בשיעור של 150 חל"מ.

7.1.3 קסילן $C_6H_4(CH_3)_2$

קסילן, או הידוע גם בשם דימתיל בנזן, הנו נוזל נדיף ודליק המשמש לבדיקת מידת התפיחה של גומי, וכן כדוגמת הממיסים בנזן וטולואן משמש לניקוי של משטחי גומי. חשיפה אקוטית לקסילן גורמת לגירויים בעור, בקרומים ריריים ובעצבים של דרכי הנשימה. אפקטים מערכתיים דומים לאלה שתוארו עבור ממיסים אורגניים אחרים, פועלים על מערכת העצבים המרכזית הכוללים כאבי ראש, בחילות, הקאות, סחרחורות, נמנום, בלבול ותרדמת. אפקטים על מערכת העצבים המרכזית נרשמו בחשיפה לריכוזים של כ- 700 חל"מ. ניסויים במכרסמים מצביעים על עיכוב בהתפתחות העובר כתוצאה מנשימת קסילן ולגידול במספר המומים לאחר אכילת קסילן במנות גדולות. במעבדת מחקר אוניברסיטאית, נחשפו עובדות המעבדה בשליש הראשון של ההריון לכמויות שונות של ממיסים ביניהם גם קסילן. מספר ההפלות בקרב עובדות המחקר היה קצת גבוה יותר מהממוצע אבל לא באופן מובהק שונה מנשים בהריון שלא היו חשופות לממיסים אלה. אין נתונים אפידמיולוגיים מספיקים המאשרים שקסילן מהווה סיכון למערכת הרבייה של האדם.

7.1.4 מתילן כלוריד (דיכלורומתן) CH_2Cl_2

מתילן כלוריד הנו ממיס המשמש לניקוי פני שטח לפני יישום של דבק. כמו כן הוא משמש כחומר התפחה לחומרים פלסטיים ספוגיים כגון הקצפה של פוליאורתן. מגע

ממושך של נוזל זה עם העור עלול לגרום לכוויות כימיות. השפעתו העיקרית היא על מערכת העצבים המרכזית כגורם נרקוטי הגורם לכאבי ראש, סחרחורות, עצבנות, קהות חושים ולנימול בגפים. ריכוזים גבוהים של מתילן כלוריד עלולים לגרום לנמנום, כבדות ראש, איבוד ההכרה ולפעמים אף למוות. מתילן כלוריד פחות רעיל מחומרים אחרים שבמשפחה זו - כלורופחמימנים. ערך חשיפה משוקללת מותרת TLV-TWA עבור מתילן כלוריד הוא 50 חל"מ.

7.1.5 1,1,1-טריכלורואתן (מתיל כלורופורם) CH_2Cl_2

1,1,1-טריכלורואתן (מתיל כלורופורם) הנו נוזל חסר צבע, נדיף, בעל ריח מתקתק כדוגמת זה של כלורופורם, ערך סף הריח שלו הוא בריכוז של כ- 100 חל"מ. החומר אינו דליק, אבל בטמפרטורה שמעל 360°C החומר מתפרק ומשחרר חומצה מלחית קורוזיבית ופוסגן, גז רעיל ביותר. בתעשיית הגומי משתמשים בנוזל ובאדיו לניקוי כלים מלכלוך.

שאיפת אדי הנוזל בריכוזים גבוהים לזמן קצר הנה בעלת השפעה מדכאת על מערכת העצבים המרכזית ויכולה לגרום לתרדמת. תסמינים מוקדמים: סחרחורות, חולשה וכאבי ראש. חשיפה לריכוזים גבוהים מאד גורמת לאיבוד ההכרה ואפילו למוות. מקרי מוות נגרמו במקומות בהם הריכוזים היו בשיעור של 50,000 - 5000 חל"מ.

ערך חשיפה משוקללת מותרת TLV-TWA הוא 200 חל"מ, וערך חשיפה מרבית מותרת לזמן קצר TLV-STEL הוא 350 חל"מ. תדירות הבדיקות הרפואיות לעובדים בחומר זה היא 6 חודשים.

8. אפידמיולוגיה (חקר מגיפות)

דיווחים משנות העשרים והשלושים בבריטניה מצביעים שמספר מקרי המוות בתעשיית הגומי היו גבוהים יותר מאשר בכלל האוכלוסייה כתוצאה ממקרי מוות מסרטן. בסוף שנות הארבעים היו עובדי תעשיית הגומי בבריטניה בעלי סיכון גבוה לחלות בסרטן שלפוחית השתן וזאת בגלל חשיפה לחומר מונע החמצון המכיל אלפא וביתא נפתילאמין. בעקבות מחקרים, נאסר השימוש בחומר זה ואכן חלה ירידה בשכיחות מקרי סרטן השלפוחית.

במחקרים מוקדמים (1998), שנעשו בארה"ב על ידי Mancuso ועמיתיו נחשף, שבשנים 1938-1939 היו מקרי מוות רבים מסרטן בקרב קבוצת עובדים במפעל גומי שבאוהיו. בשנת 1970 חב' United Rubber, Cork, Linoleum וחב' Plastic Worker of America חברו לשש חברות גומי גדולות כדי לייסד תוכנית לבריאות תעסוקתית משותפת. הם באו בדברים עם בתי הספר לבריאות הציבור של אוניברסיטאות הרווארד וצפון קארולינה כדי לבצע מחקר אפידמיולוגי של עובדי הגומי. המחקר התמקד במקרי סרטן ומוות. התוכנית הסתיימה בשנת 1980.

בשנת 1982 IARC (International Agency for Research on Cancer) פרסמה מאמר ייחודי לעניין הערכה של הנתונים האפידמיולוגיים, הטוקסיקולוגיים והגהותיים על סמך תוכנית הבריאות התעסוקתית הנ"ל. עיקר הממצאים היו של סרטן ותסמונות נשימתיות (לדוגמה, ירידה בתפקוד של הריאות, התכווצויות של בית החזה, קוצר נשימה ואחרות). המסקנה ממחקר זה הייתה, שקיימות מספיק עובדות הקושרות סרטן הדם עם חשיפה תעסוקתית לממיסים בתעשיית הגומי. לא נמצאו הוכחות ברורות ביחס לתעשיית הגומי בבריטניה או באמריקה המצביעות על הסיבה ליתר סרטן שלפוחית השתן למעט הנאמר קודם לכן ביחס להשפעת נפתילאמין. הוכחות חלקיות קושרות סרטן הקיבה, הריאות והעור לחשיפה תעסוקתית בתעשיית הגומי. נמצאו הוכחות שאינן מספקות לקשור סרטן כגון לימפומה (גידול ממאיר) של המעינים, הערמונית, בלוטת התריס, הלב לב או הוושט לחשיפה לחומרים מסוכנים שבתעשייה זו.

כיום, הסיכונים בתעשיית הגומי לחלות בסרטן ובמחלות כרוניות אחרות אינם ידועים לדאבונו בגלל מותם של החוקרים כבר בעשור הקודם. בנוסף לכך חסר מידע טוקסיקולוגי ביחס לחומרים כימיים רבים בייצור צמיגים ואחרים.

את החומרים שבתעשיית הגומי ניתן לסווג באחת מהקבוצות הבאות :

מאיצים	מקשים אורגניים
נוגדי חמצון	תערובות של פיגמנטים
נוגדי אוזון	מרככים
חומרים מונעי הידבקות	חומרים משריינים
מלאנים	שרפים
ממיסים	שמנים

בנוסף לחומרים המוזכרים לעיל, עובדים בתעשיית הגומי חשופים גם לחומרים שהם תוצרי תגובות כימיות וכן לנדפים שונים.

בשנת 1990 המליצה NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) לצמצם חשיפת העובדים לריכוזים גבוהים של אורתו-טולוידין (o-toluidine) ואנילין (כימיקלים ששימשו בתעשיית הגומי כתוצרי ביניים בייצור נוגדי חמצון ומאיצים) לרמה הסבירה הנמוכה ביותר. הדוחות האפידמיולוגיים של NIOSH הראו מגמת עליה בסיכון לסרטן שלפוחית השתן בין עובדים במפעל המייצר נוגדי חמצון ומאיצים בו חשופים העובדים לאורתו-טולוידין ולאנילין. מכל מקום לא ידוע אם סיכון זה קיים גם בין עובדים המשתמשים בתרכובות אלו של תעשיית הגומי.

9. אלרגיה לגומי טבעי העשוי מגומי בתחליב (לטקס)

טבלה 4 מפרטת את היישומים השונים המיוצרים מגומי טבעי שמקורו מתחליב. מוצרים המתקבלים בטבילה מהווים כ-75% מכלל מוצרי הלטקס. ישנן שלוש שיטות ייצור בטבילה:

1. טבילה ישירה בנוזל המיועדת למוצרים דקים, כגון ייצור קונדומים.
2. הקרשה של הנוזל עבור מוצרים עבים יותר, כגון מוצרים רפואיים ומוצרי בית, כפפות תעשייתיות; בלונים, שלפוחיות שונות, צנתרים.
3. עיבוד בחום עבור מוצרים עבים במיוחד כגון פטמות של בקבוקים לתינוקות.

גומי טבעי בצורת תחליב (לטקס) הנו אותו נוזל חלבי המתקבל מעץ הגומי. על סמך ניסיון מצטבר של משתמשים בכפפות מלטקס נמצא, שהחלבון המצוי במוצרים העשויים מתחליב גומי טבעי הוא הגורם לאלרגיות. בנוסף לכך, עובדים מסוימים בתעשיית הגומי כגון העוסקים ב"חליבת" השרף מהעצים או יצרני כפפות, סובלים מאלרגיות מלטקס. הגורמים העיקריים לחשיפה לחלבונים אלה הם מגע עור ישיר ושאיפה. הסימנים הקליניים הם סרפדת (אדמומית בדומה לצריבה מסרפד), אלרגיה של רירית האף המתבטאת באדמומיות הקרומים, אלרגית מגע עם העור וגירויים בעיניים, נפיחות של העור, קצרת המלווה בצפצופים ובגניחות.

טבלה מספר 3 מוצרים מגומי טבעי שמקורם מלטקס

מוצרים בטבילה	קונדומים, בלונים, כפפות, צנתרים, פטמות לבקבוקים ואביזרי רפואה אחרים
חוטי אלסטיים	תעשיית ההלבשה
ספוג	מזרונים יצוקים ורפידות
דבקים	סרטי הדבקה, אריזה, מעטפות והנעלה
תעשיית השטיחים	חומר קישור לתחתית שטיחים
אחרים	ציפוי סיבים ושיער לריפוד, מוצרי יציקה (צעצועים), יריעות לטקס

אלרגיה ללטקס נקבעת על סמך קבלת ממצאים חיוביים בבדיקה לאחר חבישה של כפפות לטקס באחת מהשיטות הידועות: דיקור או רדיולוגיה. אלרגיה ללטקס משויכת לאותן תגובות אלרגיות המתקבלות גם מפירות, באופן מיוחד, בננות, ערמונים ואבוקדו. הדרך להפחתת הרגישות ללטקס אינה אפשרית עדיין, לפיכך מניעה או שימוש בתחליפים הכרחי עבור אנשים הרגישים לכך. מניעה ופיקוח על אלרגיה ללטקס כוללת מניעה משימוש בלטקס במוסדות בריאות ובתעשיית הגומי לעובדים המושפעים מכך לרעה. יש לספק כפפות סינתטיות ללא לטקס לעובדים האלרגיים לכפפות אלו. יש לציידם במסכת אבק מתאימה כדי להקטין שאיפת אירוסולים של גומי טבעי. אמצעי אוורור מקומי חייב להיות מותקן במקום בו נפלטים אלרגנים של לטקס. ניטור של אלרגנים במקום העבודה אינו אפשרי עדיין, בכל אופן שיטות מדויקות למדידת אלרגנים של לטקס באוויר קיימות. במפעלים מסוימים לייצור כפפות מגומי טבעי, מטעי עצי גומי ובתי חולים נמדדו הממוצעים של אלרגני לטקס באוויר ונמצא: 7.3, 2.36, 0.46 מיקרו גרם למטר מעוקב בהתאמה.

10. גירויים בעור ודלקת עור

קיימים דיווחים רבים ביחס לתגובות שליליות במגע ישיר בעור של גומי ושל מאות כימיקלים המשמשים בתעשיית הגומי. דלקת עור מדווחת, באופן יחסי כשכיחה בין עובדי גומי, אבל פחות בין משתמשים במוצרי גומי. ממחקרים תעשייתיים שנעשו בבריטניה, פינלנד ובאוסטרליה נמצא ששכיחות המקרים של דלקת עור היא: 3.1, 3.7, 5.6 לכל אלף עובדים, בהתאמה. במדינת קליפורניה, שבארה"ב השיעור הוא 7.0 מקרים לכל אלף עובדים, אבל מספר זה כולל בתוכו גם את עובדי הפלסטיקה. בבריטניה, רופאי עור ורופאים תעסוקתיים דיווחו ש-17% - 16 מהמקרים התעסוקתיים של דלקת העור נגרמו מכימיקלים שבתעשיית הגומי.

דלקת-עור במגע הנה השכיחה ביותר והיא נגרמת, או על ידי חשיפה אקוטית לכימיקלים חריפים, או כתוצאה מחשיפה מצטברת לחומרים המגרים במידת-מה, כמו אלה שנמצאו בעבודה רטובה ובשימוש חוזר עם ממיסים.

דלקת-עור במגע אלרגית, היא סוג של אלרגית מגע בעבודה עם מאיצים, מקשים, נוגדי חמצון ונוגדי אוזון אשר מוספים לגומי בתהליך ייצורו. כימיקלים אלה, לעתים קרובות נשארים במוצר המוגמר ועלולים לגרום לדלקת-עור במגע לצרכני הגומי ולעובדי הגומי, במיוחד לאלה מהם העובדים עם מכונת Banbury, מעגלה, משחלה והמבצעים פעולות של תרכוב.

עובדים מסוימים נפגעים מדלקת-עור במגע כתוצאה מביצוע עבודות שאינן מאפשרות לעבוד עם ביגוד מגן מתאים. עובדים מסוימים פיתחו, אפילו אלרגיות לביגוד המגן עצמו, בעיקר לכפפות גומי. הבדיקה הרפואית לנוכחות אלרגן חשוד, היא בדיקה עם ממצאים חיוביים במגע עם מדבקה תקנית. הבדיקה מתבצעת על ידי שימוש באלרגנים שכיחים כדי לאפשר הבדלה בין דלקת-עור במגע אלרגית לבין דלקת עור במגע רגילה. ראוי לציין, שדלקת-עור במגע אלרגית יכולה להתקיים גם לצד דלקת-עור במגע רגילה וכן לצד מחלות עור אחרות. טבלה 5 מציגה שורה של כימיקלים הקשורים לדלקת-עור במגע אלרגית.

שם החומר	התהליך	המוצר
2(2'-4' Dinitrophenylthio) benzothiazole	בכל התהליכים	צמיגים
Dinitrochlorobenzene	בכל התהליכים	צמיגים
4,4'-Dithiodimorpholine	במספר תהליכים שאינם מוגדרים	צמיגים
n-Isopropyl-n'phenylparanylenediamine (IPPD)	הרכבה, אחזקה, תרכוב	צמיגים
n-Dimethyl-1,3-butyl-n'-phenylparaphenyleamine	הרכבה, אחזקה, תרכוב	צמיגים
para-Phenylenediamine compounds	במספר תהליכים לא מוגדרים	צמיגים, הנעלה
Ethylene thiourea (ETU)	תפירה	מוצרים שאינם צמיגים
Resorcinal	במספר תהליכים לא מוגדרים	צמיגים
Thiuram mix	גיפור	כפפות גומי
Mercapto mix	גיפור	כפפות גומי

11. אבק ואדים

11.1 אבק

עובדים בתעשיית הגומי המעבדים חומרי גלם מסוימים, חשופים לרמות גבוהות של אבק. בתהליכי הייצור שבתעשיית הגומי נוצר אבק בשעה שמטלטלים חומרי עזר מסוימים ממקום למקום, בזמן שקילתם, או הוספתם (או ערבובם) לסוגים שונים של גומי לא מגופר. בבריטניה, לאבק זה יש ערך חשיפה התעסוקתי מרבי של 6 מיליגרם למטר מעוקב אוויר, למעט אם קיים ערך ייחודי לכימיקל מסוים. במידה וכימיקל עם ערך ייחודי נמצא באבק, ערך החשיפה התעסוקתי המרבי של כלל האבק יהיה בהתאם לערך הייחודי שלו. האבק השכיח ביותר בתעשיית הגומי הוא של פחם שחור וטלק. כמו כן משתמשים בתעשיית הגומי באבקת סיליקה כמלאן, חומר המסווג: חשוד כמסרטן לבני האדם.

11.1.1 פחם שחור

פחם שחור הוא חומר בעל חשיבות כלל עולמית, הוא מיוצר בכמויות גדולות ביותר. פחם שחור מצטיין ביכולתו לחזק תכונות פיזיקליות של גומי. החומר קיים בצורת אבקה עדינה ביותר, המיוצר מפחמן בתהליך של פירוליזה (פירוק של חומר בחום שלא בנוכחות של חמצן) מבוקרת בעיקר של פחמימנים נוזליים. בגלל אופיו הפחמני וחלקיקיו הקטנים והנשימים הוא גורם לתחלואה נשימתית לאלה העוסקים בייצורו ובישומו.

פחם שחור חודר למערכת הנשימה כאשר גודל חלקיקיו קטנים מ-7 מיקרון. בדוח ראשון שהתפרסם בשנת 1951, נמצא שעובדים בייצור חומר זה חלו ב"אבקת הריאות" (pneumoconiosis) יותר מאשר בקבוצה שלא נחשפה לו. בנוסף לממצאי דוח זה נמצא במחקרים אחרים הקשר בין פחם שחור לאבקת הריאות ותחלואות בית חזה אחרות, כגון: דלקת הסמפונות ופיברוזיס הריאות. בשנים האחרונות נמצא שחשיפה זמנית או ממושכת לפחם שחור היא בעלת תסמינים האופייניים לתחלואה נשימתית. בשנת 1995, IARC סיווגה את הפחם השחור בסיווג 2B – כלומר "ייתכן וגורם לסרטן לבני האדם ובוודאות גורם לסרטן בבעלי חיים". עדיין דרושים להתבצע מחקרים טוקסיקולוגיים כדי לאשר את הסיכונים הבריאותיים לבני האדם. מחקרים אלה אמורים להסביר את המכניזם להתפתחות גידולים (גושים לא תקינים) בסוגי מכרסמים שונים; עכברים, אוגרים וחולדות.

11.1.2 סיליקה גבישית

סיליקה גבישית או בשמה האחר סיליקה חופשית מצויה בטבע בקליפת כדור הארץ כמינרל לבן או חסר צבע. סיליקה חופשית מהווה את המרכיב העיקרי בקוורץ, חול, צור (פלינט), שחם (גרניט) ותרכובות סלע רבות אחרות. סיליקה גבישית מצויה בשלוש צורות עיקריות: קוורץ, טרידימיט (tridymite) וקריסטובאליט (cristobalite). בתעשיית הגומי משתמשים בסיליקה כמלאן. סיליקה גבישית היא בעלת השפעות בריאותית כלהלן:

11.1.2.1 סיליקוזיס (silicosis)

סיליקוזיס היא מחלה נשימתית של הריאות הנגרמת משאיפה של חלקיקי אבק סיליקה גבישית, חלקיקים הנישאים באוויר. אבק המכיל חלקיקי סיליקה עלול במשך הזמן לגרום בריאות לפיברוזיס (היווצרות של רקמה מצולקת). סיליקוזיס יכול להתפתח ולגרום לאי תפקוד הריאות ואף להסתיים במוות.

התסמינים המוקדמים כוללים:

- קצרת המלווה במאמץ פיזי.
- שיעול
- עייפות יתר
- איבוד התיאבון
- כאבי חזה מדי פעם
- הכחלה של העור – בעיקר בקצוות הגפיים

סיליקוזיס עלול לגרום גם לרגישות יתר ללקות בדלקת בקטריאלית או פטרייתית. תאי הריאות מוכרעים על ידי הסיליקה ואינם מסוגלים להשיב מלחמה ולכן עלולות להתפתח מחלות ריאה אחרות כגון סרטן הריאה ושחפת.

11.1.2.2 סרטן

IARC הסיקו על סמך מקורות תעסוקתיים, שקיימות מספיק הוכחות בבני אדם לאפשרות לחלות מסיליקה גבישית, שמקורו קוורץ או קריסטובאליט, בסרטן. כמו כן קיימות מספיק הוכחות מניסויים בבעלי חיים על מידת הסרטון של קוורץ וקריסטובאליט. הערכה הכוללת של IARC הייתה, שסיליקה גבישית הנשאפת בצורה של קוורץ או קריסטובאליט ממקורות תעסוקתיים היא מסרטנת לבני האדם (Group 1). הערכה של IARC מציינת שחומרת מחלת הסרטן לא התגלתה בכל המחקרים התעשייתיים. חומרת מחלת הסרטן יתכן ותלויה בתכונת החומר הגבישי או בגורמים חיצוניים אחרים המשפיעים על הפעילות הביולוגית.

11.1.2.3 מחלות של החיסון העצמי

ישנם מחקרים המצביעים על מספר רב של מקרי טרשת רקמות חיבור (scleroderma) וליקויים אחרים ברקמות אלו, אצל עובדים החשופים לסיליקה גבישית ברת נשימה.

11.1.2.4 שחפת

חולי סיליקוזיס נמצאים בסיכון גבוה יותר לפתח שחפת ריאות בסביבת חולי שחפת.

11.1.2.4 מחלת כליות

ישנן הוכחות שחשיפה לסיליקה ברת נשימה אצל אנשים שאינם חולי סיליקוזיס או כאלה שחולים בסיליקוזיס גורמת למחלות כיליות.

11.1.2.5 בקרת חשיפה והגנה אישית

מומלץ להשתמש ביניקה מקומית יעילה כדי להקטין את ריכוז הסיליקה הגבישית ברת הנשימה מתחת לערך המותר. ערך זה היה בשנת 2000 בבריטניה בשיעור של 0.3 מיליגרם למטר מעוקב, זהה לזה הקיים בישראל.

11.2 אדים הנפלטים מגומי

אדים הנפלטים מגומי חם, או שחומם קודם לכן, הם בדרך כלל תערובות מורכבות של חומרים רבים, בעלות סיכונים שאינם ידועים. מחקרים אפידמיולוגיים מצביעים על כך, שחשיפה לאדי גומי מהווה גורם משמעותי בריבוי המקרים של סוגי סרטן ומחלות אחרות. אגוד תעשיית הגומי ממליץ להקטין למינימום פליטה זו.

זיהומים הנישאים באוויר מפליטת אדי גומי, נחלקים לאלה הנראים בעין ולאלה שאינם נראים. פליטות שאינן נראות מקורן גזים ואדים של חומרים אורגניים בעלי משקל מולקולרי נמוך (לדוגמה - פחמן דו גופרתי ואמינים) או של חומרים אנאורגניים (לדוגמה - מימן סולפיד). הפליטות הנראות לעין מקורן מהיווצרות של אירוסולים.

ארוסולים נוצרים בתהליך הייצור, בזמן ערבוב וטחינה של גומי טבעי וסינתטי ביחד עם תוספים אחרים והפיכתם למוצרים מוגמרים. אדים יכולים להשתחרר גם בתהליכי בחינה. סף החשיפה המקסימלי בבריטניה הוא 0.6 מיליגרם למטר מעוקב.

11.2.1 אדים הנראים לעין

תכולת ארוסול של אדי גומי מורכבת ואינה מוגדרת. גם הסיכונים הטוקסיקולוגיים אינם מוכרים, אפילו ביחס לצורנים רבים המצויים בו. הקשיים בזיהוי אנליטי של הרכב האדים והחוסר בערך סף חשיפה גורמים שלא לאמץ תהליכי פיקוח המבוססים על הרכב אנליטי.

בבריטניה קיימת שיטה רשמית למדידת כמות אדים הנפלטת מגומי. זו השיטה של מנהלת הבריאות והבטיחות (Health and Safety Executive - HSE), שיטה מס' 47 הקובעת את החומרים המסוכנים. אדים הנפלטת מגומי נספחים על גבי מסנן דיגום, עוברים תהליך מיצוי בציקלוהקסן ונמדדים כסך כל כמות החלקיקים והחומרים הנמסים בממס זה.

11.2.2 אדים וגזים

ריכוז הגזים והאדים במקום העבודה חייב להיקבע בתהליכים מאושרים של לכידה וקביעה אנליטית. בגלל מורכבות תהליכי הייצור, לצורך הערכת סיכון הפליטה יש להתחשב ביותר ממרכיב אחד. המרכיבים העיקריים באדים הלא נראים לעין הם חומרי ההקשיה. יחד עם המרכיבים הנדיפים העיקריים כגון: טטראמתיל תיאורם דיסולפיד (TMTD) או אבץ דימתיל דיתיאוקארבמט (ZDMC), מכילים גם פחמן דיסולפיד, דימתילאמין ולפעמים מימן סולפיד. בבריטניה ובישראל ערך סף החשיפה המקסימלי הוא בשיעור של 10 חל"מ עבור פחמן דיסולפיד, בעוד שסף החשיפה התקני עבור דימתילאמין ומימן סולפיד הנו גם 10 חל"מ (בישראל עבור דימתילאמין - 5 חל"מ).

רבים מהפרוקסידים המשמשים כמקשים משחררים אדים של טטרא בוטאנול (TWA 100 חל"מ, 150 STEL חל"מ) ואצטון (TWA 500, 750 STEL חל"מ). המקשה סולפאנאמיד משחרר אמינים, כגון CBS (N-cyclohexyl-2-benzothiazole sulphenamide) המשחרר ציקלוהקסילאמינים (TWA - 10 חל"מ). תערובות של מאיצים או של מקשים מייצרות כתלות בטמפרטורה ובזמן תוצרי פליטה שונים.

שאריות נדיפות מסוימות, כגון מונומרים (מולקולות, שהן אבני הבניין ליצירת חומרים פלסטיים) שנשארות לאחר גיפור הגומי. נמצא שכאשר נעשה פיקוח יעיל על הייצור, שאריות אלו אינן משמעותיות.

11.3 תכנון לטווח ארוך של פיקוח על אבק ואדים

גישה שיטתית לפיקוח על האבק והאדים היא חשובה ביותר התקנות מחייבות את המעסיקים:

- להעריך את סיכוני הבריאות הנגרמים כתוצאה מחשיפה לאבק ואדים בתהליכי עיבוד גומי.
- למנוע, או להקטין את החשיפה כל האפשר.

11.3.1 הערכת סיכוני בריאות מאבק ואדים

כדי להעריך את הסיכונים מאבק ואדים יש לקבוע:

- מי חשוף ולאיזה חומרים?
- מהי מידת החשיפה (ריכוז החומר באוויר) ומהו משך זמן החשיפה?
- באיזה אזורי עבודה העובדים חשופים?
- באיזו מידה האבק והאדים מבוקרים?

גם אם אבק ואדים אינם נראים היטב בתאורה הקיימת במפעל (שלפעמים קצת חשוך) הם עדיין עשויים להיות מסוכנים. לכן הערכת החשיפה לאבק ואדים מאד חשובה.

ענידה של דוגם אדים ואבק על דש בגד העובד ודוגמים סטטיים המונחים מסביב באזור בעבודה אמורים לספק תמונה כמעט מושלמת ביחס ולאדים הנפלטים במקום העבודה. אבק שמשחרר לאוויר, ניתן לגילוי על ידי תאורה חזקה, או לצורך מעקב אחר כיוון האוויר בעזרת עשן. ממצאי הדגימות חייבים להיות מושווים לערכי חשיפה רלבנטיים, וזאת כדי לזהות את השטחים המחייבים שיפור הפיקוח על האבק או/ו האדים.

11.3.2 בחירת שיטת הפיקוח

אי שימוש בחומרים מסוימים הופכת לא פעם לשיטת פיקוח הטובה ביותר, אבל לא תמיד זה מעשי. קיימת אפשרות של החלפה משמעותית של כימיקל מסוים באחר פחות מסוכן, או שימוש באותו חומר בצורה פחות מסוכנת. אבקות שתפקידם למנוע הידבקות של גומי, יכולות להיות מוחלפות בתחליבים (אמולסיות) מימיים.

11.3.2.2 כליאת אבק או אדים

שימוש במערכות של שקי יניקה אוטומטיות המכוונות ישירות למוקדי הפליטה של המכוונות עדיפות על מכלי אשפה.

בציוד העוסק בפעולות יניקה של אבקות, יש לבדוק את האטימה והמחברים באופן שיגרתי.

11.3.2.3 ירידה משמעותית ברמת פליטת האדים לאוויר, ניתנת להשגה על ידי מניעת עליית הטמפרטורה של החומר המעובד מעבר לנדרש בתהליך הייצור. מחקרים הראו שעוצמת פליטת המזהמים עולה פי 4 כאשר טמפרטורת הגיפור עולה מ- 160°C ל- 190°C . מוצרים הפולטים אדים יש לקרר מיד לאחר עיבודם, לדוגמה, קירור באמצעות מים, אוויר, או העברת המוצרים המגופרים מיד לאחר הייצור מעל משטחים מצוננים.

11.3.2.4 שיטות עבודה

שיטות של עבודה נכונה, יכולות להקטין באופן מובהק את החשיפה לאבק ואדים.

11.3.2.5 פיקוח על האוורור

אוורור מקומי משמש באופן נרחב לצורך בקרה על אבק ואדים. היעילות של אוורור מקומי חייבת להיבדק כשגרה. אחזקה לקויה, הנה הסיבה העיקרית לכשל של מערכות אוורור. האוורור המקומי חייב להיבדק לפחות אחת ל-14 חודש.

11.3.2.6 הפרדה

ניתן להפחית את סיכון העובדים על ידי הפרדה ותיחום בין תהליכים שונים, אולם פתרון זה הוא חלקי ואמור להיות מיושם עם בקרות הנדסיות אחרות. חשיפה אישית ניתנת לצמצום על ידי הקטנת זמן החשיפה של העובד בקרבת אבק ואדים (לדוגמה - על ידי שימוש בהזנות והוצאות אוטומטיות של פלטות גומי מעובד ממעגלה של שני גלילים).

11.3.2.7 סדר וניקיון

תוכנית ניקיון שגרתית ויעילה בכל משמרת לסילוק אבק מהרצפות ומהמכונות הנה חיונית. שימוש בשואב אבק עדיף על טאטוא המעלה אבק לאוויר.

11.3.2.8 מסכות מגן

מסכות מגן אינן נחוצות, בתנאי שלא קיימת בקרה יעילה על האבק והאדים ויש לשקול שימוש בהן כמפלט אחרון. יש להשתמש בהן לצורך טיפול קצר טווח (לדוגמה - כאשר מבצעים החלפת שק-מסנן, אחזקה כללית, או שימוש בעת חירום כתוצאה מכשל כלשהו במפעל). אימון העובד בשימוש ואחזקה נכונה של מסכות המגן היא חיונית.

11.3.2.9 אוטומציה

אוטומציה של התהליכים עשויה להרחיק את המפעיל ממקורות פליטת המזהמים. במפעלים מתקדמים תהליכי הכנת התערובת, השקילה והשינוע הם תהליכים אוטומטיים הנמצאים תחת בקרה ממוחשבת.

12. הפרעות בפעולות שריר-שלד בעבודה

הפעולות הפיזיות של עובדים בתעשיית הגומי נמצאו כבעלי סיכון גבוה של פגיעה במקומות שונים של שריר-שלד כגון: פגיעה בגב ובאיברים עליונים. עבודות טלטול בתעשיית הגומי הן בעלות סיכון גבוה, המצביעות על פגיעה בגב התחתון ב-50% יותר מאשר בכלל האוכלוסייה. דוגמאות טיפוסיות לפעילויות כאלו בתעשיית הגומי:

- פעולות עיבוד גומי
- בניית צמיגים
- גימור צמיגים
- הובלת צמיגים בתוך המפעל ובסביבתו

בפעילויות המצריכות תנועה חוזרת של היד והזרוע (הפעלת כוח על מכשיר או על ציוד) נגרמת פגיעה לאיברים העליונים הכולל:

- Tenosynovitis - דלקת הגיד או של רקמות בקרבתו ובאופן מיוחד של מעטפת הגיד.
 - תסמונת המנהרה הכפית - משפיעה על העצבים ההיקפיים, הידיים והזרועות.
- התסמינים העיקריים של פגיעה זו הם כאבים, הגבלה ביכולת התנועה ונפיחות של רקמות רכות. במקרים מסוימים קיימת השפעה על תחושת המגע ומיומנות ההנעה. לעתים תכופות בעבודת ייצור צמיגים חשים כאבים בפרק כף היד המלווה לעתים גם בכאבי גב תחתון.

קיימים גורמי סיכון שונים במקום העבודה האחראים לבעיות שריר-שלד במיוחד: עמידה סטטית, מגושמת או אסימטרית של הגב, הרמת משאות כבדים והפעלת כוחות גדולים על

הגוף. מקומות עבודה לעתים הם חמים, מלוכלכים ומאובקים. החום גורם לצריכת קלוריות מוגברת. השימוש בשרפים ונוכחות אבק מגדילים את הצורך של העובדים לחבוש כפפות בעת ביצוע פעילויות שונות. אולם כאשר עובדים חובשים כפפות, הם חייבים להגדיל את כוח האחיזה שלהם בכלים שונים משום שאינם יכולים לחוש בכלי המועד להחלקה מידיהם, לכן שימוש בכפפות גורם להגדלת הכוח הנדרש מאמת היד כדי להפעיל את האצבעות.

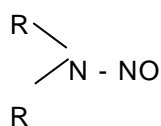
12.1 מניעה

כדי למנוע בעיות שריר-שלד במקום העבודה, חשובה ביותר הפחתה של גורמי סיכון פוטנציאליים כגון:

- ארגון מחדש ופשוט של מקום העבודה (לדוגמה, הרמה או הנמכה של החלק המעובד, או הזזה של תחנות העבודה) במטרה להימנע מתנועות רבות יותר של פיתול, או תנועות הטיה רוחביות של הגוף; אלו יכולות להתבצע לעתים על ידי התפתלות ב-90 מעלות במקום ב-180 מעלות.
- הכללה של תחנות עבודה מתכוונות כגון מגבהי מספריים או שולחנות הרמה, עזרים כהתקני הרמה כגון מנופים, עגורנים או אפילו תחנות עבודה אוטומטיות מלאות.

13. ניטרוזאמינים

רבים מהניטרוזאמינים ידועים כבעלי אפקטים מסרטנים, במיוחד בעלי משקל מולקולרי נמוך כגון דיאתיל ניטרוזאמין, שצורת נוסחתו הכללית היא:



ניטרוזאמינים (נורמליים) חשודים כמסרטנים לבני האדם. בארצות רבות קיימות כבר הנחיות מכוונות במטרה להקטין את חשיפת העובדים והצרכנים לחומרים אלה. במשך זמן תהליך הגיפור שבייצור גומי, חלה התפרקות של מספר חומרי גיפור או של מאיצים המחוללים ניטרוזאמינים - אלה משתחררים לתוך חלל המפעל ואחדים משתחררים באיטיות מתוך מוצרי הגומי המוגמרים. היווצרות של ניטרוזאמינים בייצור גומי מתרחשת בעיקר, בשלב תהליך הגיפור כאשר הטמפרטורות הן גבוהות ואמינים מחומרי הגיפור משתחררים.

מקור להיווצרות ריכוז גבוה של ניטרוזאמינים הוא אמבט המלח המכיל מלחי ניטריט וניטרט. רמות גבוהות של ניטרוזאמינים נמצאו גם ליד מכשירים הפולטים קרינת UHF, משחלות, קלנדרים, במקום בו מתבצעת בקרה סופית של מוצרי הגומי המוגמרים

ובאזורי אחסונם. מקור אפשרי נוסף לניטרוזאמינים הוא פחם שחור שבתערובות שחורות של גומי.

ניטרוזאמינים מהווים קבוצה קטנה של עיקר החומרים המסרטנים שבתעשיית הגומי, אשר ברוב המקרים במינון בתחום רחב של ריכוזים, גורמים לגידולים בחיות. בגרמניה משתמשים בדרך כלל בחיות לצורך ניסויים כדי לסווג את רמת הסיכון מניטרוזאמינים במקום העבודה.

בארצות הברית OSHA וגם NIOSH מחשיבים את האמין נורמל ניטרודימתילאמין (NDMA) כחומר מסרטן תעסוקתי, אבל לא נקבע לו עדין ערך חשיפתי. בגרמניה ערך החשיפה התעסוקתי לניטרוזאמין הוא בשיעור של 1.0 מיקרו גרם למטר מעוקב אוויר. עבור מספר תהליכי ייצור כגון, תהליך גיפור גומי, ערך החשיפה המרבי לא יעלה על 2.5 מיקרו גרם למטר מעוקב אוויר.

כדי למנוע בתהליכים של גיפור היווצרות של ניטרוזאמין, יתכן וניתן לבחור בתרכובים אחרים של גומי, או לחילופין שימוש בתהליכי גיפור אחרים מאשר באמבט מלח, כגון גיפור באוויר חם עם כדוריות זכוכית או גיפור במיקרוגל. בשני מקרים אלה הדבר מחייב מחקר מקדים וזאת כדי להבטיח שהמוצר הסופי יהיה בעל אותן התכונות המקוריות.

קיימת גם אפשרות אחרת לצמצם את החשיפה והיא שיפור האוורור באמצעות יניקה מקומית. לא רק אמבטיות מלח חייבות להיות מוקפות באמצעי יניקה ומאווררות בצורה נאותה, גם אזורים אחרים בקו הייצור שבהם המוצר המוגמר נחתך או נקדח.

14. 1,3- בוטאדיאן

1,3-בוטאדיאן הנו גז חסר צבע, המתקבל כתוצר לוואי בייצור של אתילן, גז זה שימש בכמויות גדולות כחומר מוצא להפקה של גומי סינתטי (לדוגמה, גומי סטירן-בוטאדיאן, גומי פוליבוטאדיאן) ושרפים תרמופלסטיים.

14.1 אפקטים בריאותיים

14.1.1 מחקרים בבעלי חיים

שאיפה של בוטאדיאן גורמת לסרטן במספר רב של איברי מטרה של חולדות ועכברים. חולדות נחשפו לבוטאדיאן בריכוזים של: 0, 1000, 8000 חל"מ במשך שנתיים. התברר כי חלה עליה במספר מקרי גידולים בלב, באשכים, במוח של זכרים ובבלוטות החזה, בבלוטת התריס, ברחם ובבלוטת zymbal של נקבות.

נעשו מחקרים ביחס להשפעת שאיפה של בוטאדיאן על עכברים, כאשר ריכוז הגז היה בתחום ריכוזים של 6.25 עד 1250 חל"מ. כמו כן דווח על אינדיקציה של לימפומה ממאירה ו-haemangiosarcomas שאינה רגילה של הלב. מכל מקום, גידולים ממאירים בריאות נמצאו בחשיפה בכל קשת הריכוזים. כבד, יתרת

הקיבה, בלוטת Harderian, שחלות, בלוטות החזה ובלוטת prepubial של עכברים מהווים אתרים נוספים לפגיעה ואינדיקציה לגידולים ממאירים. בודאטיאן רעיל גם לגנים וגם לתאי לשד העצמות של עכברים. בודאטיאן זוהה כגורם פעיל ביצירת מוטציות.

14.1.2 מחקרים בבני אדם

במחקרים אפידמיולוגיים נמצאה תמותה עודפת מסרטן הלימפה וסרטן ה-haemopoietic כתוצאה מחשיפה תעסוקתית לבוטאדיאן. בתעשיית ייצור בודאטיאן יש גידול במספר העובדים, גברים שחלו ב-lymphosarcoma הגידול מתייחס לגברים שהתחילו לעבוד לפני 1946. במחקר של סרטן הלימפה וסרטן ה-haemopoietic, המתייחס ל-8 מקומות בהם מתבצע ייצור SBR, זוהתה זיקה גדולה בין חשיפה לבוטאדיאן ותחלואה מלוקמיה. IARC סיווג את הבוטאדיאן, כקרוב לוודאי מסרטן לבני האדם.

Delzell ועמיתיו (1996) הוכיחו כי קיימת תמותה עודפת מלוקמיה בין עובדי SBR שנחשפו לבוטאדיאן.

14.2 חשיפה תעסוקתית ופיקוח

בארה"ב, NIOSH ביצע סקר ביחס לרמות חשיפה לבוטאדיאן בתעשיות ייצור. החשיפה הצביעה על ריכוז שמעל 10 חל"מ בקרב 4% מאוכלוסיית המדגם ופחות מ-1 חל"מ בקרב 81% מאוכלוסיית המדגם. במקומות שונים של ביצוע הפעילויות, נמצא שרמות החשיפה לא היו אחידות. דגימה מוגבלת שנלקחה מצמיגי גומי וצינורות במפעלי ייצור שונים הראתה, שרמות הבוטאדיאן הנן מתחת לסף הגילוי של מכשירי הבדיקה.

ניתן לצמצם את החשיפה לבוטאדיאן על ידי הבטחת תקינות המתאמים במערכות סגורות. אמצעים נוספים לצורך פיקוח על חשיפות פוטנציאליות אחרות, כוללים את השימוש ב-:

- (1) מערכות במעגל סגור עבור גלילים להכנת דגמים
- (2) אטימה מכנית כפולה כדי לפקח על שפך ממשאבות דולפות
- (3) מדיד מגנטי לצורך ניטור פעולת מילוי של מכלית
- (4) מנדף מעבדתי לסילוק אבק ואדים ממטחנת גלילים

15. המלצות כלליות לטיפול בכימיקלים לייצור גומי

15.1 היגיינה אישית

- הערכה של מקורות פוטנציאליים לסיכוני בריאות תעשייתיים.

- הקפדה על יישום תהליכים מומלצים.
- תכנון וארגון יעיל ומתמשך של העבודה.
- אספקה של מתקנים מתאימים הכוללים מתקני רחצה בכמות מספקת, מקלחות ומלתחות, ארוניות לאחסון בגדים נקיים ומלוכלכים.
- הקצאת מקום מיוחד למכונות אוטומטיות למזון ולשתייה, או/ו מתקני שתייה, כך שמזון ושתייה לא יאוחסנו או יוכנסו לאזור העבודה.
- העישון יוגבל לאזורי עישון מאווררים ייחודיים.

15.2 טיפול בחומרים

היות וכימיקלים עלולים להיכנס לתוך הגוף כתוצאה מנשימתם, בליעתם, או חדירתם דרך העור, יש לטפל בהם תמיד בדרכים שימזערו סוגי חשיפות אלה. יש לאסור מגע ישיר של חומרים עם העור, יש ללבוש לבוש מגן מתאים כאשר נדרש. יש להיזהר מלהעביר חומרים בדרכים שגורמים לענני אבק או לריכוז אדים גבוה. המפעיל חייב לקבל הדרכה והוראות בטיחות ביחס לעבודתו וכן לקבל כלי עבודה מתאימים כגון: מגרפות, סולמות, דליים וסכינים.

כאשר חומרים מסוכנים מטופלים, רק הכמות המזערית הדרושה אמורה להיות באזור העבודה. מכלים מתאימים המסומנים עם תוויות חייבים להיות מסופקים לעובדים ואלה אמורים להיות סגורים כאשר אין עובדים בהם. שקים, קרטונים וחביות חייבים להיות נקיים בצדם החיצון, מלווים עם מדבקות ברורות והמוגנות מפני נזק. חייבת להיות השגחה קפדנית מפני שפך בעת מילוי נוזלים לגובה מסוים במכלים. מגע ישיר של חומרים מסוכנים עם העור חייב להימנע על ידי שימוש בביגוד מגן מתאים. העברה של כימיקלים חייבת להתבצע במקום בו אבק או אדים העלולים להיווצר, יסולקו על ידי יניקה מקומית מתוכננת. שימוש בחומרים שאינם יוצרים אבק וייצור תרכיזים מחומרים, הם הבסיס לשיטות המעשיות ולדרכים היעילות כדי לשלוט במקורות האבק.

15.3 אוורור כללי ומקומי

שאיפה לריאות של כימיקלים הנפלטים ממוצרים מוגמרים בצורה של אבק עדין, אבקה או אדים, חייבת להיות מזערית ונשלטת על ידי אוורור כללי טוב. בנקודות

עבודה ייחודיות יתכן ויש צורך גם בתגבור של יניקה מקומית וזאת כדי לפקח על רמת האדים והאבק במוקדי פליטתם.

מסכות מגן שמסופקות במקום העבודה חייבות להיות בהתאם לתקנים. בבריטניה, התקן האנגלי BS 4275 מציע המלצות לבחירה מתאימה, לשימוש ולאחזקה של ציוד המגן הנשימתי. בישראל קיים בנושא זה תקן 4013 - התקני מגן נשימתיים. מידע נוסף המתייחס להתאמה ולהגנה ייחודית כנגד אבק או אדים ניתן לקבל מיצרני הציוד. מסכות מגן חייבות להיות בשימוש רק כאמצעי זמני כנגד אבק ואדים.

15.4 הגנת העור וביגוד מגן

מגע ממושך או חוזר עם העור של כימיקלים שבתעשיית הגומי חייב להימנע. תאונות שנגרמו מנתזים של נוזלים, או כתוצאה של הכתמה מאבק רב, חייב להישטף מידית עם מים רבים וסבון, או עם תמיסות ייחודיות לעור, שימצאו בארגז העזרה הראשונה. הניפוק והשימוש בבגדי מגן (לדוגמה: כפפות, סינרים, כובעים, סרבליים עם שרוולים ארוכים) יתאים לתנאים הייחודיים בהם נעשה שימוש. חייבת להיות השגחה על ציוד זה כדי לוודא שהמפעיל עושה שימוש נכון בציוד המגן.