

## נוזלי קירור

דף מידע מאת: רינה קנוביץ

### סוגים

#### מבוא

נוזלי קירור משמשים במגוון רחב של תעשיות בתהליכי עיבוד מכניים כאמצעי לקירור, שימון ומניעת חלודה. בתהליכי העיבוד המכני (חיתוך, כרסום, שיוף, קידוח) כתוצאה מחיכוך נוצרות כמויות גדולות של חום העלולות לפגום בתהליך ובכלי העבודה. נוזלי הקירור מקטינים את החיכוך שנוצר בנקודת המגע בין הכלי והחלק המעובד, מפחיתים את הטמפרטורות שנוצרות ובכך שומרים על אורך החיים של כלי העבודה וטיב התהליך.

#### סוגים של נוזלי קירור

נוזלי הקירור הנם תערובת של שמנים, סבונים, חומרים פעילי שטח, חומרים אנטיבקטריאליים, נוגדי בליה, חומרים משמנים ומונעי קורוזיה.

את נוזלי הקירור ניתן לחלק ל- 4 קבוצות עיקריות:

**straight oil** - שמנים טהורים- מורכב בעיקר משמנים מינרליים (petroleum oil) או שמנים צמחיים. כיום השמנים המינרליים עוברים תהליך של זיקוק להקטנת תרכובות PAH הידועות כמסרטנות. השמנים מסוג זה אינם עוברים דילול במים לפני השימוש בהם הם צמיגים ושומניים. משמשים בתהליכים הדורשים בעיקר שימון ופחות לקירור. יעילים בעיקר בחיתוך במהירויות נמוכות.

**soluble oil** נקראים גם שמני אמולסיה, מורכבים מ- 30%-85% של שמנים שעברו זיקוק, אמולסיפייירים ותוספים. את השמן, שנרכש מרוכז, מדללים במים. שמנים אלה יעילים יותר בקירור לעומת השמנים הטהורים אך לעיתים אינם יעילים כנגד קורוזיה, גורמים לפליטה של עשן וגורמים ללכלוך כאשר מצטברים על משטחים סמוכים.

**Semisynthetic** - שמנים חצי סינתטיים-מורכבים מריכוז נמוך של שמנים מזוקקים כ- 5%-30%, הרכב החומרים דומה לזה של שמני אמולסיה, מספקים שימון טוב, הפחתת חום טובה, הגנה טובה בפני חלודה וסביבת עבודה נקיה יותר מאשר בעת שימוש בשמני האמולסיה.

**Synthetic** - שמנים סינתטיים. שמנים אלה אינם מכילים petroleum oil. גם הם מדוללים במים. שמני קירור אלה הם הנקיים ביותר בשימוש מספקים הפחתת חום טובה ביותר והגנה מעולה בפני חלודה. נוזלי קירור אלה הם שקופים ולפיכך מאפשרים לראות בבהירות את החלק המעובד.

#### בחירת נוזל קירור מתאים

בעת בחירת סוג נוזל הקירור, חשוב מעבר לצרכים הטכניים לבחור גם עפ"י שיקולים בטיחותיים ובריאותיים. נוזל הקירור הנבחר, חשוב שלא יגרום לגירוי וריגוש (וסנסיטיזציה) ושלא יכיל מרכיבים מסרטנים לדוגמת PAH, ניטריטים ופורמלדהיד. כמו כן חשוב שלא יהיה דליק.

## סיכונים בריאותיים

### חשיפה עורית

חשיפה עורית לנוזלי קירור מתרחשת כאשר העובד נוגע בחלקים המכוסים בנוזל ללא כפפות או כתוצאה מהתזת הנוזל במהלך העיבוד. שני סוגים של מחלות עור קשורות בחשיפה לנוזלי קירור, קונטקט דרמטיטיס ואקנה. דרמטיטיס היא המחלה הנפוצה ביותר הקשורה בחשיפה לנוזלי קירור. המחלה מתבטאת בעור מגורה עם פריחה, עור סדוק ואדום עם שלפוחיות. קיימים שני סוגים של דרמטיטיס, איריטנטי ואלרגני. בדרמטיטיס איריטנטי הפריחה מופיעה רק באזורים שבאו במגע עם נוזל הקירור, בדרמטיטיס אלרגני הפריחה תופיע גם באזורים אחרים בעור שלא באו במגע עם החומר. האבחנה בין דרמטיטיס איריטנטי או אלרגני קשה לקביעה מבחינה קלינית.

מרבית הפגיעות בעור ממוקמות בידיים (מעט פגיעות בפנים) ומתרחשות אחרי משך חשיפה של פחות מ- 5 שנים. כ- 50% מהמקרים של עובדים שנפגעו, ממשיכים לעבוד עם נוזלי קירור לאחר שקיבלו טיפול רפואי וטופלה עמדת העבודה (החלפת סוג הנוזל, שימוש בכפפות ועוד).

### חשיפה נשימתית

חשיפה נשימתית לאוירוסול של נוזל הקירור תגרום לגירוי הריאות, הגרון והאף. התופעות המדווחות הן כאבי גרון, דמיעה בעיניים, נזלת, דימום באף, שיעול, קוצר נשימה וליחה מוגברת. כאשר קיימות תופעות של פגיעה נשימתית, לא ברור מהו הגורם לפגיעה, האם כתוצאה מגידול מואץ של חיידקים בנוזל הקירור, מזיהום של הנוזל או ממרכיבי הנוזל עצמו, יתכן גם שזהו שילוב של הגורמים. החשיפה לנוזלי קירור עלולה גם לגרום להתפתחות מחלות האסטמה, hypersensitivity pneumonitis וברונכיט כרונית.

### קרצינוגניות

במחקרים שונים שנערכו נמצא קשר בין חשיפה לנוזלי קירור לסוגי סרטן שונים: סרטן הפנקריאס, הלרינקס, הרקטום (חלחולת), שלפוחית השתן והעור. מכל המחקרים שנערכו לא ניתן להסיק מסקנה חד משמעית רק לגבי הקשר בין סרטן העור לחשיפה לנוזלי קירור. המחקרים שבדקו קרצינוגניות מתבססים על חשיפה לנוזלי קירור שהתרחשה לפני עשרות שנים (השפעה קרצינוגנית מתפתחת רק לאחר שנים) והרי ברור שבתקופה העכשווית השתפרו תנאי העבודה והמודעות לסיכון גברה ומכאן שפחתו רמות החשיפה לנוזלי קירור. כמו כן השתנה באופן משמעותי הרכבם של נוזלי הקירור והוצאו מהרכב תרכובות הידועות כמסרטנות.

## סימנים המעידים שנוזל הקירור איננו מתאים לעבודה

בנוזל הקירור מופיעים מספר סימנים המעידים שנוזל הקירור עבר שינוי ואיננו בטוח לעבודה. במצבים אלה יש לטפל מיידית ע"מ לא להגדיל את הסיכון הבריאותי:

- I. רמת הנוזל במיכל הקיבול נמוכה - לפני תחילת העבודה יש לבדוק רמת הנוזל במיכל הקיבול. במידה והרמה ירדה ב- 30% מרמת המקסימום, הדבר מעיד על איבוד נוזל קירור במערכת או אידוי מוגבר של מים. הדבר עלול לגרום לעליה בריכוז נוזל הקירור.
- II. שינוי בצבע נוזל הקירור - במקרים בהם נוזל הקירור משנה צבעו והופך לצבע כהה יותר, זהו סימן המעיד על התפתחות של חיידקים בנוזל, כאשר הצבע הופך לצהוב או חום יתכן שקיימת דליפה של שמן מהמכונה לנוזל הקירור.
- III. ריח לא נעים - ריח רע מעיד על התפתחות מואצת של חיידקים בנוזל, דבר העלול לגרום לחשיפת העובד לחיידקים.
- IV. חתיכות של שבבים וגופים זרים הצפים בנוזל - רמת הלכלוך בנוזל מעידה על בעיה ביעילות הפילטר. בדיקות תקופתיות ותחזוקה נכונה של המערכת יפתרו את הבעיה.
- V. היווצרות מוגברת של קצף - קצף בנוזל הקירור עלול להעיד על ריכוז גבוה מדי של הנוזל, חוסר איזון בריכוז המרכיב של פעילי שטח או קצב זרימה מוגבר של הנוזל בתוך המערכת.
- VI. תלונות על גירויים בעור - תלונות מסוג זה מצביעות על ריכוז גבוה מדי של נוזל הקירור, בסיסיות גבוהה או זיהום הנוזל ע"י חלקיקי מתכת.
- VII. תלונות על גירוי מערכת הנשימה - התלונות עלולות להעיד על ריכוז גבוה של נוזל הקירור, צפיפות של מכונות באזור קטן, גידול מואץ של חיידקים, ריכוז גבוה של אדים וחוסר אוורור נאות.

בעיות נוספות שיתכנו והמעידות על שינוי בנוזל הקירור:

- התפתחות של חלודה/קורוזיה על כלי העיבוד או החלק המעובד.
- גידול של פטריות.
- שינוי בצמיגות הנוזל.
- פגיעה בכלי העיבוד שנגרמה כתוצאה מהתחממות יתר.

**הערה:** קיים תקן ישראלי ת"י 826 – נוזל מתחלב לעיבוד שבבי של מתכות משנת 1972 – שאושר מחדש ב- 1988.

תקן זה חל על נוזל המיועד להכנת תחליב ע"י עירבוב במים ומשמש בעיקר לקרור ולסיכה בעיבוד שבבי של מתכות. בתקן הובאו דרישות בדיקה לגבי יציבות הנוזל, מידת ההקצפה, שיתוכו על פס נחושת ותכולת המים. התקן אינו חל על נוזלים למטרות מיוחדות.

## מניעת חשיפה

### א. אמצעי מניעה טכניים הנדסיים

**(1) תכנון ותפעול נכון של מערכת הזנת נוזל הקירור -** בתהליך העיבוד מתפזרות טיפות זעירות של נוזל הקירור. את מערכת ההזנה של הנוזל צריך לתכנן כך שתמנע פיזור מוגבר של אוירוסול טפתי לסביבת העבודה.

- הקפדה על הזנת הנוזל בלחץ נמוך.
- הקטנה למינימום ההכרחי של כמויות הנוזל המוזנות.
- שימוש בתוספים המקטינים היווצרות אוירוסולים.
- סגירה ובידוד של המיכלים וצנרת ההזנה החוזרת.
- תחזוקה שוטפת של המכונות.
- הפסקת הזרמת הנוזל כאשר לא מתבצע עיבוד.
- איסור שימוש בלחץ אויר לשם ייבוש החלקים לאחר עיבודם.
- מניעת הזרמת נוזל קירור בעת החלפת חלקים מעובדים.

**(2) בידוד -** הרחקת העובד מאזור העיבוד או בידוד המכונה הינה שיטה טובה למניעת חשיפה נשימתית ועורית של העובד. בחלק מהמכונות התקנה של מגינים שקופים סביב אזור העיבוד מספיקה לשם מניעת חשיפה, לעיתים יש צורך בסגירה מוחלטת של המכונה עם מערכת אוורור.

**(3) מערכת יניקה מקומית מתאימה -** ייעודה של מערכת יניקה מקומית, ללכוד את המזהמים במקום היווצרותם ולהרחיקם לפני שישתחררו לחלל אולם העבודה ויגיעו לאזור הנשימה של העובד. יעילותה של מערכת יניקה מקומית גדולה יותר כאשר המכונה לעיבוד שבבי סגורה. במקרים של מכונות פתוחות יש להתקין את מנדף היניקה קרוב למקור היווצרות האוירוסול ומהירות היניקה צריכה להיות גבוהה מספיק כך שתתגבר על המהירות העצמית של האוירוסול שמשחרר במהלך העיבוד.

### קיימים מספר סוגים אפשריים של מערכות יניקה מקומיות:

- **מנדף לוכד** המותקן בסמוך למקור פליטת האוירוסולים. מהירות הלכידה של מנדף זה גבוהה ונפח האוויר שנשאב נמוך. הבעיה - קיים איבוד של נוזל קירור לתוך מערכת היניקה, פחות מהנוזל ממוחזר ויש צורך להוסיף נוזל קירור.



- **מערכת יניקה סגורה** - המכונה כולה או אזור העיבוד סגורים. קיים פתח לשם הכנסת החלק המעובד ודרכו נכנס האוויר המשלים. במערכת זו מהירויות היניקה הנדרשות אינן גבוהות ונפח האוויר הנשאב נמוך.



- **מנדף עילי** - מנדף המותקן מעל המכונה. במקרה זה יש צורך בשאיבת נפחים גבוהים של אויר, כמו כן מיקום לא נכון של המנדף עלול להביא לזרימת מזהמים דרך אזור הנשימה של העובד.

התקנה של מערכת יניקה מתאימה מפחיתה את חשיפת העובד לנוזל הקירור ותורמת גם לניקיון הכללי של עמדת העבודה.

- 4) תחזוקה תקופתית של המערכות** - מעבר להתקנת ציוד מתאים ומערכות יניקה מקומיות יש צורך בתחזוקה תקופתית של המערכות שתכלול החלפת פילטרים, תיקון דליפות, בדיקת מערכות היניקה ועוד. טיפול שוטף במערכות ימנע תקלות שעלולות לגרום לחשיפה מיותרת של העובדים.

## ב. נוהלי עבודה תקינים

שמירה על נוהלי עבודה נכונים יכולה בהחלט להקטין את חשיפת העובד:

- 1) שמירה על כללי היגיינה אישית** - שמירה על היגיינה אישית חשובה במניעת חשיפה עורית. יש להימנע ממגע עורי בנוזל הקירור:
- לרחוץ ידיים עם סבונים (לא חריפים מדי) ומגבות נקיות (עדיף מגבות נייר) מיקום הכיור בסמוך לעמדת העבודה, ימנע ניקוי הידיים במיסיים ובחומרים לא מתאימים.
  - להחליף מיידית ביגוד שנרטב בנוזל הקירור (המים מנוזל הקירור מתאדים כך שהחומר המרוכז נשאר במגע עם העור). בכל משמרת חשוב שהעובד ילבש בגדים נקיים.
  - יש לאסור אכילה, שתייה ואחסון המוצרים בסמוך לעמדות העבודה ע"מ למנוע חשיפה נוספת לנוזלי הקירור דרך המזון.

**(2) שימוש במשחות מגן - שימוש במשחות מגן מתאים למצבים בהם לא ניתן להשתמש בכפפות.**

קיימים שני סוגים של משחות מגן, עמידות בפני מים ועמידות בפני ממיסים. יש לבחור את סוג המשחה בהתאם לסוג נוזל הקירור. חשוב לחדש את המשחה במהלך המשמרת. אין להשתמש במשחות מגן כאשר כבר קיימות בעיות עור והעובד סובל מדרמטיטיס. במקרים אלה יש להיוועץ עם הרופא האם העובד יכול להמשיך בעבודה עם נוזלי קירור.

**(3) קיום נוהלי עבודה ברורים**

בהקפדה על קיומם של נוהלי עבודה ברורים קיימת תרומה בהפחתת החשיפה. חשוב שהעובד יאמץ שיטות עבודה שיוצרות פחות אירוסול טיפתי, שידע את יחסי הדילול המתאימים לעבודה, שיוכל להעריך האם מערכת היניקה תקינה ויהיה מודע לתקלות במערכת העלולות לגרום לחשיפה מוגברת לנוזל הקירור.

### **ג. ציוד מגן אישי**

אמצעים הנדסיים ונוהלי עבודה נכונים הנם שיטות מועדפות להקטנת רמות החשיפה לנוזלי קירור אך במצבים מסוימים יש צורך גם בשימוש בציוד מגן אישי להקטנת החשיפה. לשם בחירת ציוד מגן אישי מתאים יש צורך בבחינה מדוקדקת של כל הסיכונים הנובעים מהעבודה: חומרים כימיים, שבבים המותזים, טמפל' גבוהות, נפילת חפצים כבדים ורעש. למניעת חשיפה עורית ישתמש העובד בכפפות (במידת האפשר), סינר, וכובע, במשקפי מגן או מגן פנים לשם הגנה על העיניים מפני חדירה של נוזל הקירור ופגיעה מפני שבבים העפים בתהליך העבודה.

נעלי בטיחות דרושות ע"מ להגן מפני נפילת חפצים או חלקים חדים העלולים לחדור לרגל. חשוב שהנעליים יהיו גם נגד החלקה.

מסיכות מגן אישיות יסופקו לעובד כפתרון לחשיפה נשימתית רק במידה ונקיטת הפעולות האחרות, כגון אמצעים הנדסיים ונהלים נכונים, לא הפחיתו את החשיפה. במקרה זה יש לבחור בקפידה את המסכה המתאימה, להדריך את העובד בשימוש נכון במסכה ולוודא שהמסכה מתוחזקת ושהעובד מחליף פילטר/מסיכה במועד. עבודה עם פילטר/מסיכה לא תקינים עלולה להחריף את החשיפה.

## יישום האמצעים למניעת חשיפה

במחקר שנערך בצרפת ופורסם בשנת 2002 נאספו נתונים מ-1500 מקומות עבודה בהם משתמשים בנוזלי קירור והסתבר שהמודעות לגבי הסיכון הבריאותי עולה והשיטות למניעת חשיפה אכן מיושמות בשנים האחרונות במס' גדול של מקומות עבודה בצרפת. ב-41% מ-1500 מקומות העבודה שנבדקו משתמשים העובדים בכפפות ומשחות מגן. רק ב-9% מהמפעלים אין כלל שימוש בהגנה לידיים. ב-16% ממקומות העבודה קיים שילוב נכון של יניקה מקומית סמוך למכונה ואורור כללי של אולם העבודה, לעומת זאת ב-22% ממקומות העבודה אין כלל מערכת אורור. כאשר נבדקה ההתייחסות לנוזלי האמולסיה התברר ש-32% ממקומות העבודה מנהלים מעקב ובודקים בקביעות את ריכוז הנוזל, הימצאות חיידקים ובדיקות של PH- כנדרש בשמנים מסוג זה.

### בטבלה שלהלן פרוט ממצאי המחקר:

אמצעי הנדסיים- אורור	
אחוז מקומות עבודה	התקנת מערכות יניקה
16	אורור כללי + יניקה מקומית
41	אורור כללי
11	יניקה מקומית בסמוך לרוב המכונות
16	יניקה מקומית בחלק מהמכונות
22	אין אורור
ציוד מגן אישי-הגנה על הידיים	
אחוז מקומות עבודה	סוג ההגנה
41	כפפות + משחות מגן
42	כפפות בלבד
6	משחות מגן בלבד
9	עובדים ללא הגנה
מעקב אחר שמני אמולסיה	
אחוז מקומות עבודה	פרמטרים שנבדקים
32	PH + ריכוז + נוכחות חיידקים
12	PH בלבד
29	ריכוז האמולסיה בלבד
6	חיידקים בלבד
22	ללא מעקב

### שיטות עבודה חדשות

בשנים האחרונות המכונות לעיבוד שבבי והציוד התפתחו מאד, בייחוד בתחום האוטומיזציה. בשיטה זו מופחת המגע הישיר של העובד עם נוזלי הקירור. התפתחות חשובה נוספת של השנים האחרונות הינה שיטת המיקרו- לובריפיקציה, שיטה של שימוש בטיפות במקום בליטרים של נוזלי קירור. במחקר הצרפתי שנערך ב-1500 מקומות עבודה התברר ש-138 ממקומות העבודה ניסו את שיטת הלובריפיקציה ו-91 מהם הביעו שביעות רצון מהתוצאות.