



שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד (464) Ultrasonic cleaning

עדכון אחרון: יוני 2016

תוכן עניינים

.....

1..... הגדרות

2..... היתרונות של ניקוי על קולי

2..... משימות עיקריות בתהליך שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד

2..... א. הכנת עמדת העבודה

3..... ב. תהליך שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד

3..... ג. ייבוש

3..... ד. ניקוי הציוד

3..... גורמי סיכון עיקריים בתהליך שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד

3..... א. פגיעה מכנית

4..... ב. סיכוני פגיעה מחשמל

5..... ג. חשיפה לרעש מזיק

5..... ד. חשיפה לחומרים כימיים

6..... ה. חשיפה לרטט

7..... ו. גורמי סיכון פיסיולוגיים (היבטים ארגונומיים)

7..... מניעת מפגעים (נוהג טוב)

7..... 1. כללי

8..... 2. סיכוני פגיעה מחשמל

8..... ביבליוגרפיה

הגדרות

שטיפה/ניקוי, הסרת שומנים ולכלוך אחר, באמבט המכיל תמיסה מימית או תמיסות ממסים הלוגניים. ההסרה (החלק מתנקה ע"י יצירת בועות וניפוצן) באמצעות מתמר אולטרה סוני [פרדן].

תהליך שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד (Ultrasonic cleaning) הוא טכנולוגיית שטיפה (ניקוי) יעילה מאוד.

פעולת הסרה מהירה ומלאה של מזהמים מעצמים נשטפים מתבצעת באמבטיה המכילה חומרי ניקוי נוזלי על בסיס מים או ממיס אורגני, כאשר בתוך נוזל האמבט נוצר גל עומד על קולי באמצעות שליחת גלי קול דרך הנוזל.

הניקוי מתרחש מבלי לשפשף ולקרצף את האובייקט והוא יעיל באזורים שלא ניתן להגיע באופן ידני. ראה איור מס' 1.



איור 1 : חלקים לפני (שמאלי) ולאחרי (ימיני) של ניקוי <http://www.variclean.eu/site/ultrasonic-cleaning-heat-exchangers>

היתרונות של ניקוי על קולי

- שיטת ניקוי שמאפשרת גישה אל מקומות ואזורים, אשר בלתי אפשרי להגיע אליהם באופן ידני.
- אפשרות שטיפה של מספר רב של חלקים בו זמנית.
- איכות גבוהה של השטיפה.
- הניקוי נעשה באמצעות נוזל בלבד דבר אשר מבטיח שהמוצר לא ייפגע, ללא שריטות או נזקים קלים אחרים.
- יעילות התהליך, דהיינו ניתן לנקות במהירות פריטים שונים עם פינות וקצוות רבים.
- הצורה של פריט אינה משפיעה איכות הניקוי העל קולי. ראה איור מס' 2.



איור 2 : ניקוי חלקי מכונות <http://bordermediablasing.co.uk/ultrasonic-cleaning>

משימות עיקריות בתהליך שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד

א. הכנת עמדת העבודה

- ארגון עמדת העבודה לרבות פינוי האזור ממכשולים, הקצאת שטח עבודה נקי, יבש, מואר ומאוורר.

- ארגון מקום אחסון לחלקים לניקוי, לחלקים נקיים ואמצעי אריזה.
- הכנת כלי עזר וכלי מדידה נדרשים.
- הבאת חומרים, ציוד מגן אישי, ציוד ספציפי נחוץ וכו'.

תהליך הבאת האמצעים יבוצע לעיתים תוך שימוש במכונות ואביזרי הרמה או שינוע. עיין בתהליך עזר "שינוע" מספר 444 [ותקנות הבטיחות בעבודה \(עגורנאים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתנים\)](#), התשנ"ג-1992 ותקנות הבטיחות בעבודה הרלוונטיות.

ב. תהליך שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד

שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד (Ultrasonic cleaning) הינו תהליך אידיאלי להסרת זיהום מחללים מורכבים ומסובכים ומחוררים או צנרת הנמצאת על משטחים קשים של מתכות, פלסטיק, קרמיקה וזכוכית. הגלים אולטרה סוניים גורמים לשינוי הלחצים ותדירות הגל בנוזל ניקוי (רטט הנוזל) בו טבולים הפריטים הנשטפים. הפעולה הקולית גורמת להיווצרות של בועות זעירות בנוזל כאשר הלחץ יורד ולקריסתם על פני שטח הנשטף או בקרבתו בעלית הלחץ (רתיחה, קביטציה, cavitation). פעולה זו המתרחשת על פני שטח הפריט גורמת לעכירות וקרצוף הזיהומים, הלכלוך, שאריות צבע וכו'. רואה איור מס' 3.



איור 3 : ניקוי אולטרה סאונד של כלי חיתוך <http://www.ultrawave.co.uk/how-ultrasonic-cleaning-works.html>

ג. ייבוש

יש להניח את האביזר/מוצר שנשטף/נוקה לייבוש. ראה תהליך "ייבוש וסוגיו" מספר 262.

ד. ניקוי הציוד

עם סיום תהליך העבודות יש לנקות את עמדת העבודה והציוד, להסיר אי- ניקיונות שהצטברו. כמו כן יש לנקות את הרצפה סביב עמדת העבודה ולפנות את הלכלוך. במידה שלא יעשה שימוש נוסף בחומרי ניקוי, יש לפנות מכלים לאתר פסולת מסוכנת על פי תקנות רישוי עסקים (סילוק פסולת חומרים מסוכנים), התשנ"א-1990. [פסולת מסוכנת].

גורמי סיכון עיקריים בתהליך שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד

א. פגיעה מכנית

זיהוי:

- א. פגיעת בגוף העובד כתוצאה מנגיעה בחלקים נעים של המכונות.
- ב. פגיעה מחלקים נעים של מנגנוני הספקת חומר מכניים או רובוטים המעורבים בתהליך עזר, כגון הוצאת מוצרים בתהליכים אוטומטיים.
- ג. פגיעה בגוף העובד ובאנשים שמסביבו כתוצאה מנגיעה בחלקים נעים של מסועים.
- ד. לכידת ביגוד או שיער העובדים בחלקים נעים של המכונה או מסועים.
- ה. נפילות, מעידות או החלקות של עובדים עקב מכשולים במעברים או שלוליות או שאריות חומרים על הרצפה.
- ו. נפילה מגובה במהלך עבודות תחזוקה של המכונה.
- ז. פגיעה מכלי שינוע המופעלים באזור העבודה.

בקרה:

- א. מיגון לבטח לחלקים המסוכנים של המכונות ייעשה בהתאם [לפקודת הבטיחות בעבודה \(נוסח חדש\), התש"ל – 1970](#).
- ב. הצטיידות העובד בציוד מגן אישי הכולל הרכבת משקפי מגן, נעילת נעלים סגורות בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(ציוד מגן אישי\), התשנ"ז – 1997](#).
- ג. הימנעות מלבישת בגדים רופפים וענידת תכשיטים העלולים להיתפס בחלקי המכשור המופעל.
- ד. הקפדה על שימוש ציוד ומכשור תקין וכן על ניקיון עמדת העבודה מצדם של העובד והאנשים המצויים בסביבתו.
- ה. הקפדה על שמירת מרחק מהמכונה המופעלת וכן הימנעות מעשיית פעולות ותנוחות לא נכונות עם הידיים העלולות לגרום לפציעת היד חלקים של המכונה.
 - ו. התקנת מפסקי חירום לאורך המסוע.
 - ז. הסמכת ומינוי אעובדים מצוות עובדי האחזקה לביצוע עבודות המוגדרות בחוק כאשר המכונה אינה מגודרת (אדם כשיר) עפ"י דרישות פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), התש"ל – 1970.
 - ח. הסמכת עובדי תחזוקה לעבודה בגובה עפ"י דרישות [תקנות הבטיחות בעבודה \(עבודה בגובה\), תשס"ז-2007](#).

ב. סיכוני פגיעה מחשמל

זיהוי:

העובד עלול להיפגע כתוצאה מהתחשמלות / מכת חשמל הנובעת משימוש בציוד חשמלי לא תקין בשעת ביצוע עבודות או בכבלי חשמל שהועברו במקום באופן לא בטוח ומונע התחשמלות. מכת חשמל (שוק) הנה תוצאה של מעבר זרם דרך הגוף בעוצמה הגורמת לתופעות פיסיולוגיות שליליות. חומרת המכה תלויה בכמות הזרם, משך ההופעה ומסלולו.

בקרה:

- א. לצורך מניעת פגיעה עקב התחשמלות: בכל מקרה בו נעשה שימוש בחשמל יש להשתמש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם [לחוק החשמל, תשי"ד – 1954](#); ובשיטות עבודה בטוחות בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(חשמל\), התש"ן – 1990](#).
- ב. מכשור חשמלי ייבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך. הבדיקות תתועדנה ותשמרנה.
- ג. כל עבודות החשמל ייבצעו ע"י חשמלאי בעל רישיון מתאים עפ"י דרישות [תקנות החשמל \(רישיונות\), התשמ"ה-1985](#).

ד. בכל לוח חשמל ממנו מוזן ציוד חשמלי מיטלטל יותקן מפסק למניעת התחשמלות המופעל בזרם דלף 0,03A (פחת). הפחת ייבדק פעם בחודש עפ"י הוראות היצרן וחוק החשמל.
ה. רציפות הארקה תיבדק ע"י חשמלאי בעל רישיון בודק עפ"י הנחיות שלחוק החשמל.

ג. חשיפה לרעש מזיק

זיהוי:

רעש - צלילים בלתי רצויים הנגרמים בעיקר בהפעלת ציוד או כלים.
הרעש המזיק היינו רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה.
לפי תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984 שמפלוס המשוקלל על פני הזמן עולה על 85 dB(A) לחשיפה במשך 8 שעות היינו רעש מזיק.

בקרה:

בהתאם לתוצאות הניטור, ביצוע פעולות להקטנת הרעש במקור. כאשר פעולות כאלה לא צלחו, יש להקפיד על שימוש בציוד מגן אישי בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש. להלן סדרת הפעולות המומלצות להקטנת נזקי רעש:

- בידוד מכונה רועשת מאולם הייצור או בידוד מפעילי המכונות בחדר בקרה נפרד כאשר זה מעשית.
- הקפדה על ביצוע תהליכים רועשים בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).
- ביצוע ניטור סביבתי לרעש כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
- שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).
- ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.
- ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.
- שימוש בציוד מגן אישי בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.

ד. חשיפה לחומרים כימיים

זיהוי:

פגיעה במערכת הנשימה ובעור על ידי חשיפה נשימתית ועורית לחומרים אורגנים/אי-אורגנים (רעילים או קורוזיביים) הנמצאים בתהליך המשמשים כחומרי ניקוי/שטיפה.

הערכה:

הריכוזים המרביים המותרים לאדים או אבקות של חומרים בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה בתחום גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ובחברת ערכים מרביים מותרים של ACGIH.

בקה:

- מכיוון שבעת ביצוע עבודות או ניקוי בחלל לא מאוורר קיים סיכון להצטברות של אדים או אבקות, יש לארגן את עמדות העבודה במקום מאוורר היטב.
- ציוד עמדות העבודה באוורור מאולץ מסוג יניקה מקומית על ידי שימוש במנדף או בתא אוורור. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת לא לגרום לתנועת אדים של חומרים אורגנים דרך אזור נשימתו של העובד.
- הגנה מפני חשיפה עורית ועינית: על העובד ללבוש בגדי עבודה בעלי שרוולים ארוכים ולהשתמש בציוד מגן אישי כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז - 1997. כמו כן יש לדאוג להתקנת משתפת עיניים ומקלחת חירום בהתאם לתקן אמריקני ANSI Z:358.1-2004.
- הגנה מפני חשיפה נשימתית: על העובד להשתמש במסכה להגנה על הנשימה בעלת מסנן המתאים לחומרים אורגנים, כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז - 1997.
- בעמדות העבודה יש לבצע נטור סביבתי באמצעות בודקים מוסמכים בהתאם לתדירות הקבועה בחוק לפי [תקנות הבטיחות בעבודה \(נטור סביבתי ונטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים\)](#), התשנ"א - 1990. [תקנות ניטור]
- העובדים חייבים לעבור בדיקה רפואית בהתאם לתוצאות הבדיקות הסביבתיות
- הצטיידות בגליונות בטיחות לחומרים שבשימוש, הכרת הסיכונים ודרכי מניעתם/צמצומם.

ה. חשיפה לרטט

רטט (כגורם סיכון) - תנודות מכאניות שיש להן השפעה על גוף האדם. טווח התדרים 1,6-1000 הרץ.
במקרים רבים הרטט הינו תופעת לווי של הפעלת ציוד מכאני בעל פגמים בעיצוב שלו, תכנון או פעולה לא תקינה.

זיהוי:

השפעות של רטט על גוף האדם תלויה בעצמה ומשך הרטט. רטט עלול לגרום לשינויים במערכות עצבים, לב, כלי דם, שרירים ושלד ולגרום למחלת מקצוע ונכות. המחלה מאופיינת בשינויים פתולוגיים במערכת הלב וכלי הדם ועצבים. לפרוט מידע בנוגע לגורמי הסיכון ואמצעי הבטיחות במהלך תהליך הזנת החלקים נא לעיין בתהליך 154.

בקרה:

השיטות העיקריות להקטנת ההשפעות של הרטט הן כדלקמן:

- הפחתת הרעידות במקור: תיקון הציוד ושיפור העיצוב
- בידוד מקור הרעידות, התקנת ציוד רוטט לבסיס נפרד
- התקנת אמצעים מכאניים לצמצום הרעידות (בלמי זעזועים)
- שימוש בציוד מגן אישי (כפפות נגד רעידות)

1. גורמי סיכון פיסיולוגיים (היבטים ארגונומיים)

זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות העובדים מבצעים תנועות חוזרות וממושכות, או מבצעים תנועות לא נוחות.

במקרים מסוימים על עובדים להרים חלקים כבדים, אריזות וכו' הנדרשים לתהליך, שינוע חלקים כבדים יעשה תוך שימוש בציוד הרמה מתאים, כולל במקרה הצורך עגורנים על פי המפורט בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתרים), התשנ"ג - 1992. עיין תהליך עזר "שינוע" מספר 444.

אמצעי בטיחות:

יש לארגן את עמדות העבודה בתהליך בכדי לצמצם את התנועות הלא נוחות. במידה ויש צורך להרים או לשנע מטענים כבדים יש להשתמש במכונות ההרמה או באמצעי הובלה מתאימים.

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה שטיפה/ניקוי אולטרה-סאונד יש לבצע תוך הקפדה על הכללים הבאים:

1. כללי

הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך אשר אושר לכך ע"י מנהל המפעל (בעלים). מנהלים ועובדי ההחזקה יודרכו ע"י מדריך מוסמך לכך בלבד. יש לנהל פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד.

עם כניסתו של עובד חדש לעבודה או שינוי עמדת העבודה של העובד יש לדאוג לביצוע הדרכה שתכלול התייחסות לסיכונים בעמדת העבודה, האמצעים להפחתת הסיכונים לרבות אמצעי הנדסיים ואמצעי הגנה אישיים, כללי התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה.

שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור אכילה, שתיה והעישון כולל אחסון מוצרי מזון. [חוק איסור עישון].

הגדרת שיטה (נוהל בכתב) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות וגהות בתהליך העבודה, באמצעות הנהלת המפעל. העברת מידע מהעובדים להנהלה, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות וגהות, כמעט תאונות או תאונת עבודה.

2. סיכוני פגיעה מחשמל

שימוש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם לחוק החשמל ובשיטות עבודה בטוחות לפי תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990 כגון:

- א. בחירת השיטה הבטיחותית ביותר לשימוש בחשמל (שימוש בזרם נמוך ביותר).
- ב. המערכת החשמלית תיבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך.
- ג. בדיקת רציפות הארקה של הציוד המופעל מזרם חשמלי,
- ד. התקנת מפסקים נגד התחשמלות (פחת).

ביבליוגרפיה

- חוק החשמל, תשי"ד – 1954.
- חוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, תשמ"ג-1983.
- חוק הרשות הארצית לכבאות והצלה התשע"ב-2012
- פרדו א., ריבשטיין מ., מיימן מ., ואח.: דפדפת רשימות תהליכים תעשייתיים והגדרותיהם, אוניברסיטת תל-אביב, המכון לבריאות תעסוקתית, דצמבר 1993.
- תקנות הבטיחות בעבודה (גיליון בטיחות, סיווג, אריזה, תיווי וסימון של אריזות), תשנ"ח-1998.
- תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט – 1999.
- תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990.
- תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.
- תקנות הבטיחות בעבודה (עבודה בגובה), תשס"ז-2007
- בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג – 1992
- תקנות הבטיחות בעבודה (נטור סביבתי ונטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א – 1990
- תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984

- 2015 TLVs® and BEIs®. Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH® Worldwide Signature Publication.