



יצירת מוצרי תבנית – יציקה (294) Plastic casting

עדכון אחרון: אפריל 2016

תוכן עניינים

.....

1..... הגדרות

2..... סוגי השרפים הנוזלים

2..... משימות עיקריות בתהליך ייצור מוצרי פלסטיק בשיטת היציקה

2..... א. הכנת עמדת העבודה

3..... ב. הכנת תבנית

3..... ג. תהליך ייצור מוצרי פלסטיק בשיטת יציקה

4..... ד. ניקוי הציוד

4..... גורמי סיכון עיקריים יצירת מוצרי תבנית-יציקה

4..... א. פגיעה מכנית

4..... ב. סיכוני פגיעה מחשמל

5..... ג. סיכוני אש

5..... ד. חשיפה לרעש מזיק

6..... ה. חשיפה לחומרים כימיים

7..... ה. חשיפה לרטט

8..... גורמי סיכון פיסיולוגיים (היבטים ארגונומיים)

8..... מניעת מפגעים (נוהג טוב)

8..... 1. כללי

9..... 2. סיכוני פגיעה מחשמל

9..... 3. סיכוני אש

9..... 4. מגע עם עצמים חמים

9..... 5. חומרים כימיים

10..... ביבליוגרפיה

הגדרות

תהליך המבוסס על מזיגת חומר נוזלי ותוספות לתבנית. התמצקות מתבצעת בתהליכים פיסיקליים או כימיים של החומר עצמו ללא הפעלת לחץ (או חום) חיצוני [פרדון].

תהליך יציקה פלסטיק (Liquid resin casting, Liquid Resin Molding), כמו יציקת מתכת, הינו תהליך מזיגת פלסטיק (להלן – שרף, שרף סינטטי) נוזלי לתבנית והתמצקותו או הזרמתו לחלל כלשהו (Free form casting) לשם בידוד, איטום, מילוי חללים וכו'. ראה איור מס' 1.



איור 1 : דוגמה ליציקה של פלסטיק לתבנית <http://blog.polytek.com/2015/07/30/marbled-effect-in-polyurethane-resin/>

כל השרפים (Liquid resin) הן תערובות של שני מרכיבים לפחות, כאשר אחד מהמרכיבים הינו חומר הבסיסי של השרף והמרכיב השני מהווה חומר מקשה (hardener, זרז). כל עוד המרכיבים מאוחסנים בנפרד הם חומרים נוזלים "אינרטיים". ערבוב המרכיבים גורם לתגובה כימית ולהתמצקות החומר. ראה איור מס' 2.



איור 2 : דוגמה של פלסטיק נוזלי מרשתות שווק <http://shop.brickintheyard.com/EasyFlo-60-Pint-Kit-19-lb-EZFlo60U19.htm>

סוגי השרפים הנוזלים

- פוליאסטר. יכול להיות גם המכונה שרף פיברגלס (Polyester).
- אפוקסי (Epoxy).
- פולי אורתן (Polyurethanes).
- סיליקון (Silicone).

משימות עיקריות בתהליך יצור מוצרי פלסטיק שיטת יציקה

א. הכנת עמדת העבודה

- ארגון עמדת העבודה לרבות פינוי האזור ממכשולים, הקצאת שטח עבודה נקי, יבש, מואר ומאוורר.
- סילוק חומרים דליקים ממקום העבודה.
- ארגון מקום אחסון של לחומרי הגלם, למוצרים מוכנים, אמצעי אריזה.
- הכנת כלי עזר וכלי מדידה נדרשים.

- הבאת חומרים, ציוד מגן אישי, ציוד ייעודי נחוץ וכו'.

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

ב. הכנת תבנית

תבנית הינה אחד מהמרכיבים אשר משפיעים על איכות המוצר. בדרך כלל את התבניות מייצרים במפעלים מיוחדים המתמחים בתכנון וייצור תבניות.

למרות זאת העדר צורך בהפעלת לחץ או חימום חיצוניים מאפשר ייצור תבניות פשוטות במסגרת מפעלי ייצור מוצרי פלסטיק, סטודיו של פסלים ושימוש חובבני.

תהליך יציקה נמצא בשימוש נרחב בתעשיית הרכב, וברפואת השיניים בייצור תותבות.

פשוטות תהליך היציקה מאפשרת ייצור תבניות ע"י העתקת מוצר קיים באמצעות טבילתו בגבס, ציפוי בסיליקון וכו'. ראה איור מס' 3.



איור 3 : הכנת תבנית מסיליקון <http://www.datamungeblog.com/2015/09/silicon-casting-to-fix-power-wheels.html>

ג. תהליך ייצור מוצרי פלסטיק בשיטת יציקה

יציקה פלסטיק הינו תהליך מזיגת תערובת מרכיבים נוזליים (חומר בסיסי ומקשה) לתבנית או הזרמתה לחלל כלשהו והתמצקותה.

יתרון השיטה היא שאת תהליך היציקה מבצעים ללא הפעלת לחץ או מקורות חימום חיצוניים הנדרשים לתהליכי ייצור פלסטיק אחרים. השיטה אינה דורשת חומרים חזקים לייצור תבנית, מבנה מסובך של התבנית והמכונה כולה. תהליך הייצור נחשב חסכוני, ולמוצרים המוגמרים יש עלות נמוכה.

להלן פרוט שלבי תהליך הייצור:

- ערבוב מרכיבים.
- מזיגת תערובת לתבנית.
- הוצאת מוצר מוגמר

ד. ניקוי הציוד

עם סיום תהליך העבודה יש לנקות את עמדת העבודה והציוד, להסיר אי - ניקיונות שהצטברו. כמו כן יש לנקות את הרצפה סביב עמדת העבודה ולפנות את הלכלוך.

גורמי סיכון עיקריים יצירת מוצרי תבנית-יציקה

א. פגיעה מכנית

זיהוי:

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

ב. בקרה:

- א. מיגון לבטח של חלקים מסוכנים של המכונות ייעשה בהתאם [לפקודת הבטיחות בעבודה \(נוסח חדש\), התש"ל – 1970](#).
- ב. הצטיידות העובד ושימוש בציוד מגן אישי הכולל 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 בציוד 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. הסמכה ומינוי של אנשים 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). ממסר הפחת ייבדק פעם בחודש עפ"י הוראת היצרן וחוק החשמל.
- ה. רציפות מערכת ההארקה תיבדק ע"י חשמלאי בעל רישיון בודק עפ"י הנחיות שלחוק החשמל.

ג. סיכוני אש

זיהוי:

המצאות חומרים דליקים במקום העבודה עלולה לגרום להתלקחות, במיוחד כשמדובר בחומרים דליקים בעלי נקודת הבזקה נמוכה מטמפרטורת החדר וכן במצבים בהם מבצעים עבודה עם אש גלויה בסמוך לתהליכי ייצור או אחסון של חומרים דליקים. חלקיקים חמים עלולים להגיע לחומרים הדליקים ולגרום לפרוץ שריפה.

בקרה:

עבודה לפי נוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי הגנה וזהירות למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים במהלך בצוע עבודות. נוהל זה יכול התייחסות לאמצעי זהירות ומגן שיש לנקוט לפני התהליך.

ד. 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 שמפלסו 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 מעשי.
- הקפדה על בצוע 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 עם רעש מזיק וכן חובת השימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).
- בצוע 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.

ה. חשיפה לחומרים כימיים

זיהוי:

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

כמו כן חלק מהמרכיבים של פלסטיק נוזלי ידועים כחומרים אלרגיים. במהלך שימוש בחומרים כפולי אוריתן (Polyurethanes) יש לפעול עפ"י דרישות [תקנות הבטיחות בעבודה \(גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים באיזוציאנאטים\), תשנ"ג-1993](#).

הערכה:

ערכי רמות החשיפה המותרות באוויר (TLV) והתאמתם לערכים של ה-ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה בתחום גהות תעסוקתית ובריאות העובדים..

בקרה:

- מכיוון שבעת ביצוע עבודות ניקוי בחלל לא מאוורר קיים סיכון להצטברות של אדים או אבקות, יש לארגן עמדות עבודה במקום מאוורר היטב.
- ציוד עמדות עבודות 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 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 במסכת נשימה עם מסנן לחומרים אורגנים, כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997.
- בעמדות העבודה יש לבצע נטור סביבתי על ידי 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.

ה. חשיפה לרטט

רטט (כגורם סיכון) - תנודות מכאניות שיש להן השפעה עמוקה על גוף האדם. בטווח התדרים 1,6-1,000 הרץ. במקרים רבים מקור הרטט הינו תופעת לוואי של הפעלת ציוד מכאני בעל פגמים בעיצוב שלו, תכנון או פעולה לא תקינה. במהלך הזנת "תוספים" (In sent) לתבנית לפני היציקה משתמשים ברעידות באופן יזום.

לפרוט מידע בנוגע לגורמי הסיכון ואמצעי הבטיחות בתהליך הזנת חומרים נא לעיין בתהליך 154.

זיהוי:

השפעת הרטט על גוף האדם תלויה בעצמה ומשך הרטט.

רטט עלול לגרום לשינויים במערכות העצבים, לב, כלי דם, שרירים ושלד ולגרום למחלת מקצוע ונכות. המחלה מאופיינת בשינויים פתולוגיים מתמידים במערכת הלב וכלי הדם ועצבים.

בקרה:

השיטות העיקריות להקטנת השפעות הרטט מובאות להלן:

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

1. גורמי סיכון פיסיוולוגיים (היבטים ארגונומיים)

זיהוי:

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

במקרים מסוימים על עובדים להרים חלקים כבדים אותם הם מקבלים כחומרים הנדרשים לתהליך, אריזות וכו'

שינוע חלקים כבדים ייעשה תוך שימוש בציוד הרמה, כולל במקרה הצורך, עגורנים על פי המפורט בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג - 1992. לפרוט נוסף עיין תהליך עזר "שינוע" מספר 444.

אמצעי בטיחות:

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

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה בתהליך יציקה פלסטיק, 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). המנהלים ועובדי האחזקה יודרכו ע"י מדריך מוסמך 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, אמצעים להפחתת הסיכונים לרבות אמצעים הנדסיים ואמצעי הגנה אישיים, אופן ההתנהגות 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 ועישון כולל אחסון מוצרי אוכל. [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 תבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך.
- ג. בדיקת רציפות הארקה של הציוד המופעל מזרם חשמלי,
- ד. התקנת מפסקים נגד התחשמלות (פחת).

3. סיכוני אש

למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים או התפוצצותם במהלך בצוע תהליך יש לדאוג ל:

- הרחקה/בידוד של חומרים דליקים מאזור העבודה.
- עבודה בהתאם לנוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי זהירות והגנה למניעת התלקחות.
- קיום אמצעי כיבוי אש עפ"י הנחיות אשר נקבעו ע"י [הרשות הארצית לכבאות והצלה](#).
- אזור אזור העבודה.
- תכנון עמדת העבודה בכדי למנוע הצטברות אדים או אבקות בחללים והיווצרות אווירה נפיצה.
- התקנת גלאים במידת הצורך.

4. מגע עם עצמים חמים

- שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים.
- מכן התהליך (שימוש במערכות ומכונות אוטומטיות).

5. חומרים כימיים

לאור הסיכונים בפליטת נדפים וגזים בתהליך, יש לצייד את עמדות העבודה באזור מאולץ. ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית. ביצוע ניטור סביבתי לנדפים ועשן כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה. ביצוע מעקב רפואי וניטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות, לאור הערכת הריכוזים בניטור הסביבתי. בהתאם לתוצאות הניטור הסביבתי במידה שהריכוזים המתקבלים גבוהים מרמת הפעולה, יידרש שימוש במסכה להגנה נשימתית. הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז המאורגן על ידי מחזיק במקום העבודה.

הצטיידות בגליונות בטיחות לחומרים שבשימוש, הכרת הסיכונים ודרכי מניעתם/צמצומם (לרבות מידע על תוצרי פרוק אפשריים בעת פעולת הלחמה).

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"ה-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 ואתים), התשנ"ג-1992
- תקנות הבטיחות בעבודה (נטור סביבתי ונטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א – 1990
- תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים באיזוציאנאטים), תשנ"ג-1993
- 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.