

# שרפים וטכנולוגיות



# שרפים

## בטאון תעשיית החומרים המשוריינים בישראל

גליון מס. 1 חורף 2007

### ד בר המערכת

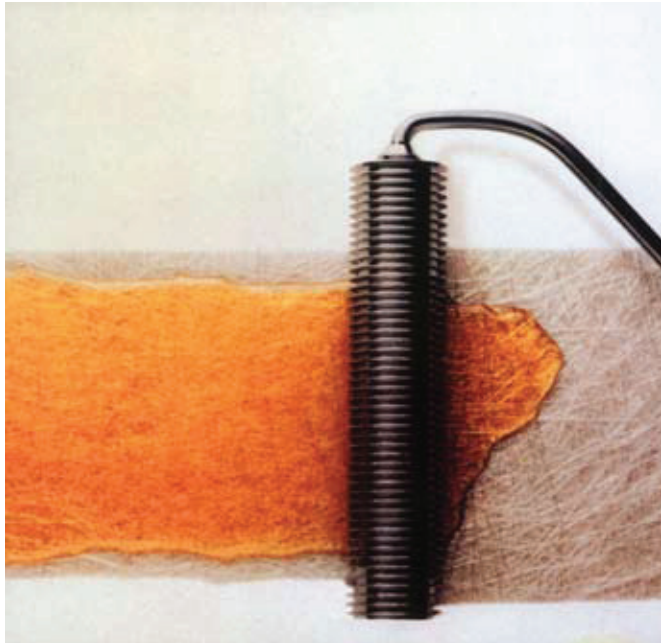
קוראים יקרים,

לפניכם הגליון הראשון של "שרפים וטכנולוגיות". אנו מקווים כי בטאון חדש זה, על הפקתו אנו שוקדים מזה זמן רב, יהווה בית חם לכל קהילת המשתמשים, המעצבים והיצרנים בתחום החומרים המרוכבים בישראל. הבטאון יביא בגליונותיו את חזית הטכנולוגיה של התעשייה בעולם ובישראל, יציג חומרים, פתרונות, שיטות ותהליכים מתקדמים ויסקור את ההיסטוריה של תעשיית החומרים המרוכבים.

ליצירת הבטאון חברו שתי חברות מובילות בענף: אלמור פיברגלס, המיבאת ומשווקת שרפים, סיבים וכלים לתעשיית החומרים המרוכבים ו־XENOM, המחזיקה בטכנולוגיות ייצור מתקדמות ומיישמת אותן בהצלחה בישראל. אלמור פיברגלס ו־XENOM מייצגות בישראל את מיטב יצרני החומרים, הטכנולוגיה והמכונות בעולם.

בגליון החגיגי הראשון, המונח לפניכם, מופיעות כתבות ראשונות בשתי סדרות: האחת סורקת את טכנולוגיות הייצור המתקדמות הנמצאות היום בשימוש נפוץ בעולם והשנייה נכנסת לעולמם של השרפים ומתארת את התפתחות החומרים, תכונותיהם והשימושים האפשריים בהם.

בנוסף תמצאו בגליון סקירה של פתרון מעניין שאומץ בייצור חלקי רכב באירופה, מאמר אורח המתאר איך נערכת חברת סימטרון לפריחה בענף החומרים המרוכבים, הסבר מקיף על השימוש בג'לקוטר ליישום וחשיפה של חומרים מובילים לענף.



"שרפים וטכנולוגיות" מיועד לכם, הקוראים. נשמח לקבל מכם הצעות, רעיונות, התייחסויות, מאמרים וכתבות ולשתף בהם את שאר הקוראים.

כתובתנו: מערכת "שרפים וטכנולוגיות", ת.ד. 667, בית שמש 99106, אזור תעשייה שורק. דואר אלקטרוני: [info@almor.co.il](mailto:info@almor.co.il).

בברכת קריאה מהנה ומועילה,

גדי אדלר

[www.xenom.com](http://www.xenom.com)

לכנה מור

[www.almor.co.il](http://www.almor.co.il)



מטרתנו: מסירת מידע מהימן ומעודכן לפי מיטב הכרתנו והבנתנו

### מבוא

נטו להעדיף טכנולוגיות יצור וחומרים חליפיים למרות החסרונות המבניים, הסביבתיים והתמחיריים המובהקים שלהם. בתהליכי הזרקה בתבנית סגורה ניתן להגיע, בדומה להזרקת פלסטיק, לרמות גימור גבוהות, לחזרתיות מושלמת ולאיכות ללא פשרות.

**חוזק מבני** - לתווך המשריין, לחב סיבי זכוכית, השפעה מרערת בקביעת התכונות המבניות של המוצר הסופי. עקב מגבלות טכנולוגיות בתהליכי העבודה הידניים, שימוש בחומרים נחותים כגון מחצלות זכוכית (CSM) באחוז מילוי נפחי נמוך יוצר מגבלות חוזק אשר מפוצות באופן שמגדיל את המשקל הסופי. בתהליכי הזרקה בהם משתמשים בסיבי זכוכית חד כיווניים באחוז מילוי נפחי של 50% (יחס משקלי של 1 ק"ג פוליאסטר ל-2.5 ק"ג סיבי זכוכית) התרומה המבנית ניכרת ומאפשרת חיסכון משמעותי במשקל החלק ללא פגיעה בערכים המבניים.

### השוואת עלויות

מאמר זה פותח סדרה בה נציג את עקרונות התכנון והבנייה של תבניות ומוצרים בתהליכי הזרקה. ראשית נבדוק את ההגיון הכלכלי ביישום טכנולוגיית הזרקה. לצורך זה נבחר מוצר סטנדרטי מסיבי זכוכית משוריינים בפוליאסטר, בשטח 2 מ"ר ובמשקל כללי של 15 ק"ג. המוצר בעל מורכבות בינונית ליישום - מספר פינות בעייתיות וחפיפות בדים מסוימות. הטבלה הבאה משווה בין ייצור בשיכוב ידני לבין ייצור בטכנולוגיית RTM Light, המתאימה במיוחד ליצור חיפויים חצי מבניים בקצב יצור של מאות בודדות של יחידות לשנה.



הטכנולוגיה המובילה ביצור חלקים צורתיים בתעשיית הפיברגלס, מאז שנות הארבעים של המאה הקודמת, הנה הנחה ידנית. טכנולוגיה זו, המתבססת על תבניות פשוטות לייצור, על חומרי גלם זולים יחסית ועל כח אדם מיומן, זול וזמין, אפשרה את התקדמות התעשייה ואת התבססותה.

עם התקדמות היכולות הטכנולוגיות ובשילוב דרישות עיצוב מחמירות, מחסור בכוח אדם מקצועי לעבודות ידניות והגבלות חמורות על פליטת נדיפים לאוויר, הופכות טכנולוגיות היצור של חומרי פיברגלס בתבניות סגורות לפופולריות יותר ויותר, בייחוד בתחומים בהם ההשקעה בתשתית נמוכה ביחס למוצרי כבישה טרמוסטיים.

### יתרונות תהליכי הזרקה

סביבה - פוליאסטר, הנפוץ מבין השרפים הטרמוסטיים, יוצר מפגעים סביבתיים חמורים בתהליך הפילמו. הסטיין אשר משמש כמדלל ראקטיבי מזיק מאוד לסביבה, ולכן המגבלות על פליטתו לאוויר הולכות ומחמרות. בהזרקה מתבצע הפילמו בתוך תבניות סגורות ואינו מאפשר נידוף של מדללים.

דרישות עיצוב - במשך שנים רבות מוצרי פיברגלס נחשבו נחותים יחסית. רמות הגימור והדיוק הנמוכות יחסית המאפיינות הנחה ידנית הפכו את מוצרי הפיברגלס לפחות אטרקטיביים למעצבים. אלה

גליון מס. 1 חורף 2007

#### הוצאה לאור:

אלמור פיברגלס בע"מ  
קסנום בע"מ

עורך: אורי הירשפלד

מערכת: לבנה מור

גדי אדלר  
ורדה גז

גרפיקה: ד.ב. עיצובים

כתובת המערכת:

ת.ד. 667, בית שמש 99106  
אזור תעשייה שורק  
info@almor.co.il

להזמנת מודעות אנא פנו

למחלקת הפרסום:  
info@almor.co.il

## פוליאסטר 120 ל-RTM



סיבי זכוכית, אריגי זכוכית  
חוטמים להתזה ופולטרוזיה



אלמור פיברגלס בע"מ  
פוליאסטר 120  
RTM-ל

נושא	שיכוב ידני	הזרקה RTM
עלות תבניות ליחידה	3.5\$	11.0\$
עלות חומר גלם ליחידה	45.0\$	52.0\$
עלות עבודה	150.0\$	50.0\$
<b>סה"כ עלות</b>	<b>198.5\$</b>	<b>113.0\$</b>

מתוצאות החישוב נראה באופן ברור כי מפעל המיישם טכנולוגיות מתקדמות יכול לחסוך ביצור סדרתי מעל 40% בעלות המוצר. יש לזכור כי יישום טכנולוגיות ההזרקה מצריך השקעה משמעותית ראשונית ביצוד ובחומרי עזר, ברכישת ידע ובהבנת התהליך.

במאמרים הבאים נדון בתאור תהליך ההזרקה, בדגשים ליצור מוצר איכותי, ובעקרונות תכנון ובניית תבניות להזרקה.

(המשך יבוא)

ביאורים:

1. המחיר מתייחס להעמסת עלות התבנית לאורך חיי המוצר - 500 יחידות מתבנית
2. חומר גלם להזרקה יקר בכ-15% מחומר לשיכוב ידני
3. עלות יום עבודה מפעלית - 150 \$ לעובד
4. בשיכוב ידני ניתן לייצר מוצר אחד ביום בתבנית (עובד אחד), בהזרקה - ארבעה ( 1.33 עובדים)

## ה זרקה למידה סופית - NET MOLDING



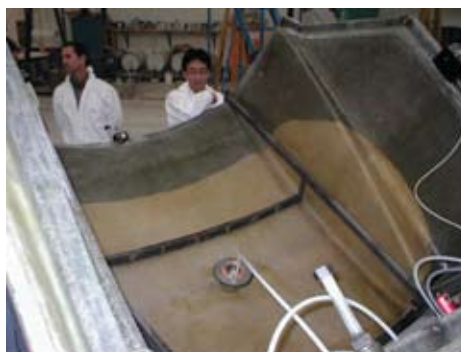
### מתוך MVP - RTM Today תרגום ועיבוד גדי אדלר



מאיך, הקושי הכרוך בהנחה מדויקת של הבדים מעלה חששות רבים ביחס לחזרתיות ולאמינות התהליך ולכן נראה בטוח יותר לייצר את החלקים עם שוליים ואז לחתוך אותם למידה סופית.

יש לזכור כי גם חיתוך ידני, כפי שמקובל בחלקים גדולים מסוג זה, אינו יכול להבטיח קווי חתך מושלמים ולכן חיתוך המוצר חייב להיות קפדני ומדויק כדי למנוע פסילות מוצרים.

יצרנים שמרנים יחליטו לייצר חלק גדול יותר ולחתוך אותו ידנית.



בתום תהליך ההדרכה ניתן היה לסמוך על הצוות שיניח את הבדים בצורה מדויקת וחזרתית בתבנית, באופן שיבטיח כי כל פריט יצא מושלם ללא צורך בעיבוד ידני.

מכסה המנוע של קטרפילר הינו בעל עובי כללי של 5 מ"מ עם עיבויים של 2 מ"מ נוספים בקצוות.

עיבוד סופי ידני היה מוסיף שלב יקר-חיתוך מדויק בעובי כזה בעייתי ברמות האיכות הנדרשות ע"י הלקוח. האבק הנוצר ע"י כלי היהלום דורש התקנה של מערכת שאיבה יקרה ותחזוקה מורכבת.

קווי החתך של המוצר תוכננו כך שיש קו חתך עשיר בשרף בעובי מ"מ אחד אשר נשבר ידנית בקלות ומתנקה בשיוף קל בנייר זכוכית.

MVP סיימו את בניית התבנית ואת הכשרת צוות העובדים במועד הנדרש.

חברת E&F Composites הבריטית מתמחה בטכנולוגיות יצור בתבניות סגורות מזה שנים רבות ומהווה ספק עיקרי של לקוחות גדולים באירופה. אחד מלקוחותיה, קטרפילר, פנה לחברה בדרישה ליצר לסדרת המשאיות שלו מכסה מנוע חדש.

MVP (Magnum Venus Plastech) זכתה בפרויקט הכנת מודלים ותבניות בדרישה שהמוצר הראשון יהיה מוכן תוך ארבעה שבועות מתחילת העבודה.

אב טיפוס ראשון היה מוכן, אך נדרשה עבודה רבה בהתאמתו לטכנולוגיית הזרקה (Light Resin Transfer Molding) LRTM. המאפיין הייחודי של המודל היה בכך שהוא הוכן למידה סופית, ללא עיבוד אחרי ההזרקה. נקבע כי גם התבנית תהיה למידה סופית.

סקירה של התכנון מראה כי לא רק שהסיבים היו צריכים להיות חתוכים באופן מדויק ולהיות מונחים בשלמות בתבנית, אלא שבמקרים רבים הבדים הונחו על קירות אנכיים בעת סגירת התבנית.

במבט ראשון נראה כי הזרקה למידה סופית אטרקטיבית במידה רבה - ההפחתה בעלויות העיבוד הסופי ובמחיר חומרי הגלם משפרת את היכולת התחרותית.



# חומרים מרוכבים ושרפי פוליאסטר על קצה המזלג - מאמר מבוא

## ורדה גז

(phthalic anhydride). שרף לעמידות כימית (corrosion resistance) קלה ומים בנוי מחומצה איזופתאלית (isophthalic acid). שרף לעמידות כימית גבוהה בנוי משרפי אפוקסי ויניל אסטר (epoxy vinyl ester) על בסיס ביס פנול A (bisphenol A) ו/או נובולק (novolac).

## מהו חומר מרוכב?

שני מרכיבים או יותר השונים בצורתם, בהרכבם הכימי ובתכונותיהם, ואשר אינם נמסים זה בזה נקראים חומרים מרוכבים (composite material).

## הגדרת התכונות:

- תכונות השרף הנוזלי (liquid properties resin) - מותאם לאפליקציה הנדרשת, להזרקה, להנחת-יד, לכבישה וכו'.
- תכונות השרף המוקשה (cured properties resin-casting) - לחישובי חוזק המוצר המוגמר ולעמידות בתנאי חום.

משחר ההיסטוריה הכיר האדם את החומרים המרוכבים, והבין שבצורף חומרים השונים זה מזה בתכונותיהם אפשר ליצור חומר חדש, עם תכונות טובות מאלו של מרכיביו. המצרים הקדמונים, לדוגמה, הוסיפו קש לטיט לבניית לבנים וסיבי פשתה וואו משי ספוגים בשרף טבעי לבניית קשתות מלחמה שהצטיינו בחוזק וגמישות - בזכותם נצחו במלחמות.

## התכונות של השרף הנוזלי

צבע ומראה: ויזואלי וגם באפא.

צמיגות (viscosity): מהי הצמיגות של השרף ביחידות סנטיפואז (c.p).

ריאקטיביות (reactivity): זמן גילציה (gel-time) - הזמן הנמדד מהוספת המקשה לתערובת הפוליאסטר והמאיץ ועד לנקודת הג'ל נמדד בדקות. לדוגמה: בשרף עם זמן גילציה 10 דקות, יש לכל היותר 10 דקות לעבודה ולעיבוד השרף לפני ההקשיה.

זמן הקשיה (curing time) - הזמן הנמדד מרגע הוספת המקשה לתערובת השרף והמאיץ ועד להגעת השרף לטמפרטורה המקסימלית. נמדד בדקות. למעשה יש פה שני זמנים: זמן גילציה - עד לנקודת הג'ל, וזמן הקשיה מנקודת הג'ל עד לטמפרטורת מקסימום. זמן הקשיה קצר מאפשר חילוץ מהיר מהתבנית.

טמפרטורה מקסימלית (peak exotherm) - הטמפרטורה המקסימלית של השרף עד לגמר ההקשיה, מושפעת בדרך כלל מהרכב השרף. לטמפרטורה זו משמעות רבה, למשל בבניית לקוזי, בבנייה בתבניות סגורות, בלמיניטים עבים ובפולטרזיה.

## התכונות המכאניות של השרף המוקשה - יציקה

עמידות חומנית HDT:

הטמפרטורה שבה השרף המוקשה מתחיל להתעוות.

חוזק לכפיפה (flexural strength):

מידת הכפיפה בה היציקה מגיעה לנקודת שבר. נמדד בק"ג/לס"מ<sup>2</sup>.

חוזק למתיחה (tensile strength):

מידת המתיחה בה היציקה מגיעה לנקודת שבירה בקריעה. נמדד בק"ג/לס"מ<sup>2</sup>.

אחוז התארכות בשבירה (elongation at break):

נמדד מתוך חוזק המתיחה - מהו אחוז ההתארכות בשבירה, ובמילים פשוטות: מהי גמישות השרף.

שרפי פוליאסטר הם השרפים הוותיקים והנפוצים ביותר בתעשיית החומרים המרוכבים.

מקובל לחלק את שרפי הפוליאסטר לשני סוגים עיקריים:

1. שרפי פוליאסטר משוריינים (reinforced polyester resins) או פיברגלס (fiberglass polyester resins) - שרפי פוליאסטר מחוזקים באמצעות סיבי זכוכית.
2. שרפי פוליאסטר ממולאים (filled polyester) ו/או בטון פולימרי (concrete polymer) - פוליאסטר עם פילרים (חומרי מילוי).

## מהם שרפי פוליאסטר בלתי רוים?

שרפי פוליאסטר, ולמעשה שרפי פוליאסטר בלתי רוים (unsaturated polyester resins), הנם פולימרים תרומסטיים (thermosets) המשתייכים למשפחה הגדולה של החומרים הפלסטיים.

השם פולימר (polymer) נגזר מיוונית, פולי=רבה, מר=יחידות. חומר תרומסטי שומר על צורתו לאחר הקשיה, כך שניתן לעצבו פעם אחת בלבד.

שרפי פוליאסטר מיוצרים בתגובה כימית של:

1. חומצה אורגנית רויה (saturated dicarboxylic acid).
2. חומצה אורגנית בלתי רויה (unsaturated dicarboxylic acid).
3. גליקול (glycol).

משנגמרה הריאקציה הכימית שבמהלכה סילוק המים נעשה בתהליך דחיסה, מוסיפים אינהיביטורים (inhibitors) ומדללים בסטירן (styrene), לקבלת שרף נוזלי בטמפרטורת החדר. בשלב זה, בשרף הנוזלי, הסטירן משמש כחומר מדלל. לאחר הוספת מאיץ (accelerator) ומקשה (peroxide) הסטירן יפעל כחומר מצלב (crosslinking monomer) עם הקבוצות של החומצה הבלתי רויה שבשרף הבסיסי ונקבל שרף פוליאסטר מוקשה (cured polyester resin) - זהו החומר התרומסטי.

ייצור שרפי הפוליאסטר מאופיין במרכיבי השרף: חומרי הגלם, החומצות והגליקולים. שרף כללי בנוי מהחומצה הרויה פתאלית

מאמר זה מהווה מבוא לסדרת מאמרים בנושא שרפים.

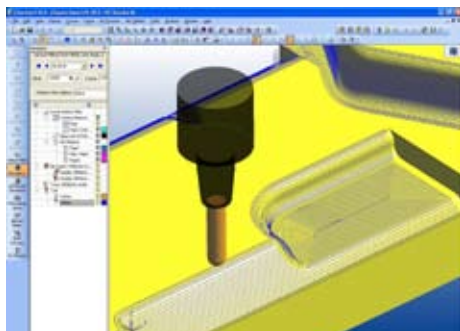
(המשך בגליון הבא).

# חומרים מרוכבים - העתיד כבר כאן!

אמיר לפיד, מנהל פעילות, סימטרון ישראל

הכלי התוכנה מאטה את מהירות הקידמה וכאשר העומס פוחת התוכנה מגבירה אותה. אופציה זו מאפשרת למפעיל המכונה לעבוד כל הזמן בניצול מקסימאלי של יכולות הכלי והמכונה וכתוצאה מכך לקצר משמעותית את זמני העיבוד.

2. טכנולוגיית עיבוד החומר המרוכב סימטרון הוסיפה לתוכנת העיבוד השבבי מספר עיבודים המאופיינים במתן יכולת למשתמש לקבוע, להחליט ולשלוט על תנועות הכלי ביחס לעובד. לדוגמא: היכולת לעבד אזור מסוים אך ורק מלמטה למעלה, מכיוון שכל כיוון עיבוד אחר יגרום לשחיקת הכלי ו/או פגיעה בעובד עצמו. דוגמא נוספת: עיבוד מקביל לכיוון הסיבים של חומר הגלם ובנוסף עיבוד מטפס קבוע המחייב התרוממות הכלי בכל סוף מהלך וקפיצה חזרה לתחילת המהלך. אופציה נוספת הינו עיבוד 3DStep המאפשר עיבוד גמר תלת מימדי תוך שמירה על פסיעה צידית אחידה לכל שטח העובד ובמינימום התנתקויות הכלי מהעובד, בכדי לשמור לחץ אחיד על ספינדל המכונה וביטול חופשים בין הצירים להגדלת הדיוק. כל הדרישות הנ"ל ורבות נוספות ניתנות לקביעה ולכיוון עדין בעזרת הפונקציות הקיימות עבור המשתמש.

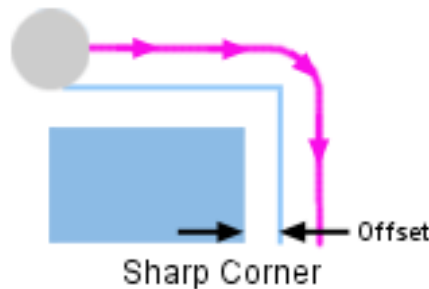
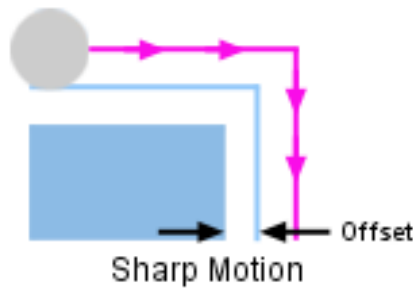


## סיכום

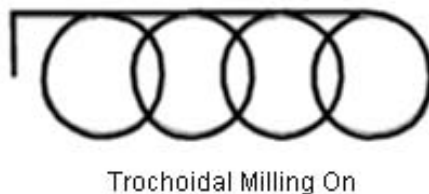
טכנולוגיית החומרים המרוכבים נמצאת בשנים אלו בעליה מתמדת ובכל יום אנו שומעים על מוצר, רכיב או מכלול שלם המיוצר מחומרים מרוכבים. ככל שיחלפו השנים אנו נימצא את עצמנו במרכזו של עולם "מרוכב".

עכשיו הזמן להיערך, להצטייד ולהתכונן למהפכת החומרים המרוכבים הבאה עלינו לטובה.

מפעלי עיבוד שבבי ראו הוזהרתם!



ב. כלי לשנות את קידמת המכונה, כאשר התוכנה מזהה עומס שבב גדול על כלי הכרסום היא משנה את תנועת הכלי לתנועה טרכואידאלית (התקדמות ליניארית תוך תנועה ספיראלית של הכלי במישור XY) ועל ידי כך מאפשרת למפעיל לשמור על קידמה מקסימאלית מבלי לדאוג לשבירת כלי עקב עומס יתר. האפשרות לעבוד במהירות גבוהה ובעומס שבב קטן על הכלי מאריכה את חיי הכלי, מעלה את ניצולת המכונה ומקצרת זמני עיבוד.



ג. שימוש מושכל באופטימיזציה למהלכי הכלי בעובד, כך שבכל שלב יפעל על הכלי עומס אחיד. הכיצד? בכל שלב של העיבוד התוכנה מתחשבת בכמות חומר הגלם הנשאר בעובד לאחר הפעולה האחרונה ובנפח חומר הגלם על הכלי במגע כלי-עובד. המפעיל מגדיר את נתוני העיבוד הרצוי (בהתאם להגדרות היצרן) אשר משמש כסמן יחסי בין נפח השבב למהירות הקידמה. התוכנה מחשבת בהתאם לנתונים, בכל רגע נתון, את מהירות העיבוד החדשה על-פי כמות חומר הגלם המוסרת על-ידי הכלי. כאשר הכלי עמוס (100% מקוטור



כידוע לכל העוסקים בתחום העיבוד השבבי, השימוש בחומרים מרוכבים בתחומי התעשייה השונים הפך לנפוץ מאד בתקופה האחרונה. במיוחד נכון הדבר בתחום התעופה.

קיימים יתרונות רבים לשימוש בחומר מרוכב על פני חומר מתכתי מקביל. משקלו הקל והחוזק אותו הוא מקנה למוצר גרמו למתכננים וליצרנים רבים לעבור לשימוש בחומרים אלו.

סימטרון נערכה מבעוד מועד להתאים את טכנולוגיית העיבוד השבבי, בגרסאות החדשות, לייצור חלקים העשויים מחומרים מרוכבים וכן לייצור תבניות עבור חומרים מרוכבים, זאת בעיבודי שלושה צירים וחמישה צירים.

חידושי סימטרון המתייחסים לעבודה עם חומרים מרוכבים מחולקים לשניים:

## 1. תכנון NC לתבניות

הכנת תבנית תלת מימדית לפריסת יריעות החומר המרוכב והדבקתם יחדיו ע"י דבקים מיוחדים ולחץ ואקום. תבניות אלו מיוצרות מחומרים קלים לעיבוד, כדוגמת אלומיניום, המאפשר השגת איכות פני שטח טובה ביחס לזמן השיבוב הנדרש. בכדי להשיג תוצאות טובות ומהירות עיבדה סימטרון את עיבודי ה-High Speed Milling כן שבפשטות הפעלתם הם יתנו תוצאות מדהימות, למשל:

א. ביטול התנועות החדות בעת שינוי כיווני עיבוד המכונה. לדוגמא: מעבר מתנועה לאורך ציר X לתנועה לאורך ציר Y מחייב את המכונה בתאווטה לאורך ציר X, עצירה רגעית בנקודת הסיבוב והאצה מחדש למהירות קידמה לאורך ציר Y. מתברר ששינוי מהירויות אלו, ההאטה והתאוצה, מהווים גורם משמעותי בהגדלת זמן עיבוד החלק. סימטרון, ע"י ביטול התנועות החדות וביצוע העגלה לכל הפינות, תוך התחשבות בזווית השינוי, מאפשרת למכונה לעבוד במהירות אחידה ביחס כלי-עובד, לחסוך זמן עיבוד ולהשיג איכות פני שטח טובה יותר מאשר בעיבוד המסורתי.

# שימוש בג'לקוטר - חסכון בכסף

גדי אדלר



ככלל עובי שכבת הג'לקוט בתבנית צריך להיות 300-600 מיקרון, בכיסוי מלא ואחיד. שכבה עבה מדי תפגע בתכונות המבניות של המוצר בעוד בשכבה דקה יותר הכיסוי לא יהיה מושלם.

מכשירי הג'לקוטר מורכבים מבוכנת אויר המשמשת כמנוע למערכת. בוכנה זו מפעילה באופן ישיר את בוכנת השרף, בעוד בוכנת המקשה הינה בוכנה סבילה בעלת יכולת שינוי מיקום לקביעת ריכוז. במערכות מתקדמות הבוכנה הראשית הינה ביחס דחיסה מינימלי של 1:20 במהלך בוכנה קצר עם יכולת פיצוי הן למקשה והן לשרף על שינוי ספיקה בעת מעבר הבוכנות בנקודות מתות תחתונה ועליונה. סידור זה מבטיח לחץ אחיד בעת ההזרקה.



הג'לקוט מאפשר רמת גימור גבוהה תוך שמירה על סיבי הזכוכית מפני תנאי סביבה קשים. הג'לקוט, לרוב, הינו שכבת שרף לא מחוזקת אשר אינה תורמת לחוזק המבני.

יישום שגוי של הג'לקוט עלול לפגוע מאד באיכות המוצר, אפילו אם השכבה המבנית מיושמת נכון. קיימות סיבות רבות לכעיות בג'לקוט. הבעיות העיקריות הנגרמות ע"י הגורם האנושי הן: ערבוב לא מדויק ולא אחיד של המקשה ועובי משתנה הנוצר בעת הברשת הג'לקוט.

ג'לקוטר הנו מכשיר להתזת ג'לקוט אשר מאפשר ערבוב מושלם של המקשה ויוצר שכבת כיסוי בעובי אחיד על גבי התבנית, בפרק זמן קצר ותוך חסכון ניכר בחומרי גלם.



ג'לקוט הינו שלב הכרחי ביצור חלקי פיברגלס במגוון טכנולוגיות: הנחת סיבים ידנית, התזת סיבים והזרקה.

פורמולציות מיוחדות של אפוקסי ופוליאוריטן לייצור מוצרים תעופתיים

ALCHEMIE

KUKDO CHEMICAL CO., LTD.



תכונות האפוקסי:

שם שרף האפוקסי	איפיון	שימוש	צמיגות c.p 25°C	צבע
YD114	אפוקסי כללי	ציפוי למינטיים ויציקות	700-500	שקוף

תכונות חומרי ההקשייה המתאימים לאפוקסי YD114:

המקשה	איפיון	שימוש	צמיגות c.p 25°C	צבע
KH819	מקשה לאפוקסי	ציפוי למינטיים ויציקות	150 - 50	שקוף

יחסי ערבוב במשקל:

אפוקסי YD114	מקשה KH819	Pot-life	HDT°C
100	50	60-120 דקות	70 - 60



### קיימים שני סוגי אקדחי התזה:

ערבוב פנימי - המקשה מתערבב בתוך האקדח ומבטיח ערבוב איכותי בלחץ נמוך יחסית, ללא ערבוב של אוויר. הערבוב הפנימי מומלץ בדרך-כלל ליישומים סדרתיים של חלקים כינוניים עד גדולים ומונע פיזור של מקשה באופן חופשי באוויר. ערבוב חיצוני - מותזות שתי אלומות, האחת של שרף והשנייה של מקשה, אשר מתערבבות תוך כדי התזה עד הגיען לתבנית. אקדחי ערבוב חיצוני פשוטים יותר אך רמת האמינות שלהם נמוכה יחסית. בנוסף, דורש הערבוב לחצי אוויר גבוהים יחסית ויוצר בעיות סביבתיות.

בבדיקה שנערכה במפעל ליצור חלקי רכב בארצות הברית התגלה כי החסכון הכספי בשימוש בג'לקוט תרם כ-80% חסכון בזמן העבודה, מעל 40% חסכון בג'לקוט ומעל 60% חסכון באצטון.

כמות אצטון בליטר		כמות ג'לקוט בק"ג		זמן עבודה		שטח במ"ר	סוג התבנית
התזה	הברשה	התזה	הברשה	התזה	הברשה		
0.2	1.5	3.5	6	5	25	6	גג
0.2	0.8	0.6	1.2	3	20	2.5	דלת שמאל
0.2	0.8	0.6	1.2	3	20	2.6	דלת ימין
<b>0.6</b>	<b>3.1</b>	<b>4.7</b>	<b>8.4</b>	<b>11</b>	<b>65</b>	<b>11.1</b>	<b>סה"כ</b>



## נציגות בלעדית של שרפים מתוצרת



[WWW.AOC-RESINS.COM](http://WWW.AOC-RESINS.COM)



[WWW.ILKALEM.COM.TR](http://WWW.ILKALEM.COM.TR)



# שרפי פוליאסטר מובילים לשוק הישראלי

לכנה מור

מיכל מים מיוצר

**משרף 538**

יוצר ע"י א.א. פלסט



1



3

תערוכת השוורים  
בשד' רוטשילד  
יוצר על ידי הנדסת  
פיברגלס בע"מ

**מפוליאסטר 1010**



רובה התבור

יוצר משרף אפוקסי עם פיתוח  
מיוחד **ואריג 7500** של אלמור  
יוצר ע"י XENOM



4

דמפר וויסות ליניקת  
גזים יוצר על ידי  
בדיע רוסתום  
**משרף 22k, 013f**  
עבור אינטל



5

## פוליאסטרים מובילים

בגיליון הנוכחי של שרפים וטכנולוגיות ברצוננו להציג  
כמה שרפי פוליאסטר מובילים המשווקים על ידי  
אלמור פיברגלס.

שרפים אלו נושאים סימן רשום ייחודי והם מותאמים  
לאקלים הישראלי ולתנאי עבודה מקומיים.

**שרף 538 (311)** - שרף איזופתאלי לעמידות כימית  
ומים, לבניית צנרת, מיכלים ותבניות.  
(ראה תמונה 1, 6).

**שרף 1016** - שרף פוליאסטר אורטופטלי טיקסוטרופי  
לייצור מוצרים אנכיים, משמש בעיקר לתעשיית הרכב,  
לייצור חלקי רכב, אוטובוסים וכו', שרף אורטופטלי  
משובח בעל עמידות חומנית של 80 מעלות.  
(ראה תמונה 7).

**שרף 1010** - כשמו כן הוא ("עשרה, עשר"). שרף  
אורטופטלי לשימוש כללי. הייחוד בשרף זה הינו  
יכולת היישום שלו במוצרים לשיכוב ידני (למינציה)  
וק ליישום ביציקות עם מלאנים (פילרים).  
(ראה תמונה 3).

**שרף וניל אסטר 013f, 22k, 905** - עמידות  
כימית וחומנית גבוהה במיוחד (145° - שרף 907)  
(מקבילים לשרפי הדרקן - לייצור מוצרים בעלי  
עמידות קורוזיבית וכימית גבוהה).  
(ראה תמונה 4, 5).



6

Tank surrogate  
פיתוח וייצור תייטק  
תעשיות בע"מ  
עבור משרד הבטחון

**שרף 311**



7

גיפ סופה  
יוצר על ידי גל ספורט  
**מפוליאסטר 1016**