

קורס דבקים. פרק א. סוגי מצעים



ALPHA-TECH
Materials & Processes LTD.

Halahmi Izhar | General Manager

Adress: P.O.B 839 Hod-Hasharon 45100 Israel

Tel/Fax: +972 72 2448359

Mobile: +972 50 7790587

E-mail: izharhal@012.net.il

Home page: <http://atmp.co.il/index.php>

- מצע (סובסטרט) הוא החומר אותו אנו רוצים להדביק
- על מנת לבחור דבק ותהליך הדבקה נכון, עלינו לדעת הרבה פרטים על המצע/ים:
 - האם נקבובי, מחוספס או חלק
 - האם רגיש לקורוזיה
 - האם יותקף על ידי הדבק
 - האם קיימות קבוצות פעילות על פני השטח שתאפשרנה קישור לדבק
 - מה אנרגיית פני השטח (כדי לאפשר הרטבה על ידי הדבק)
 - האם רגיש לחום
 - קשיח או גמיש
 - האם מפריש חומרים המסכנים את ההדבקה (שמנים, לובריקנטים)

מהו מצע

הכנת פני השטח – התחום שכולם חוסכים,
וקובע למעלה מ 50 אחוז מאיכות ויכולת
התפקוד לאורך זמן של החלק המודבק

Table 1: Relative Cost and Quality of Various Surface Treatments [9]

Surface Treatment	Cost	Quality
None	Low	Poor
Solvent Degrease	↓	↓
Vapour Degrease		
Mechanical Abrasion		
Plasma		
Chemical Etch		
Anodising		

הכנת פני השטח – כמה זמן מרגע ההכנה ועד שאין כבר חיבור אמין עם הדבק

Table 2: Maximum Exposure Time Between Surface Preparation or Priming Metal Substrates, and Associated Variation in Tensile Shear Strength

Surface Treatment	Maximum Exposure Time	Strength Variation (%)
None	1-2 hrs	± 20
Solvent Degrease	1-2 hrs	± 20
Vapour Degrease	1-2 hrs	± 20
Dry Grit-Blasting (Steel)	4 hrs	± 20
Wet Grit-Blasting (Steel)	8 hrs	± 20
Wet Grit-Blasting (Aluminium)	72 hrs	± 20
Chromic Acid Etch (Aluminium)	6 days	± 10
Sulphuric Acid Etch (Stainless Steel)	30 days	± 10
Anodising (Aluminium)	30 days	± 10
Dry Grit + Organosilanes (Aluminium)	2-5 hrs	± 5

Surface Preparation for Bonding

Surface Preparation

Vapor Degreasing:

Vapor Degreasing is usually used for parts which have crevices or intricate surface detail which may be difficult to clean with a rag.

Chemical Cleaning:

- Hot Alkaline Cleaning
- Pickling
- Etching

The difference between etching & pickling is a matter of severity. Pickling removes only the surface oxides and part of the underlying surface.

Surface Treatment for Bonding

Effect of substrate pretreatment on adhesive bonded joint Strength

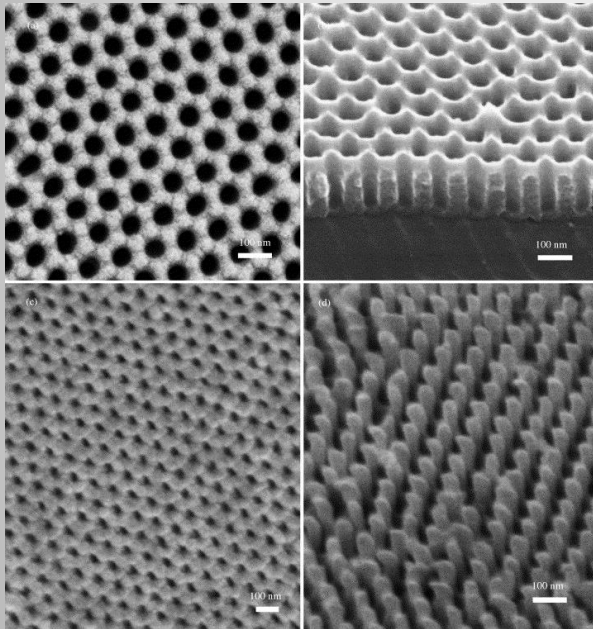
<u>Adherend</u>	<u>Treatment</u>	<u>Adhesive</u>	<u>Shear Strength</u>
Aluminum	As Received	Epoxy	444 psi
	Vapor Degreased		837 psi
	Grit Blast		1751 psi
	Acid Etch		2756 psi
Stainless Steel	As Received	Vinyl Phenolic	5215 psi
	Degreased		6306 psi
	Acid etched		7056 psi

Surface Treatment for Bonding

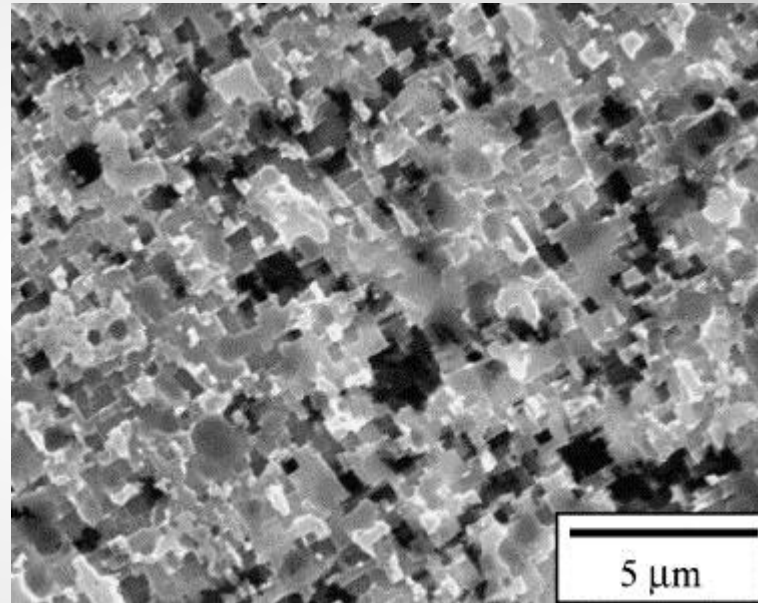
Effect of substrate pretreatment on adhesive bonded joint Strength

<u>Adherend</u>	<u>Treatment</u>	<u>Adhesive</u>	<u>Shear Strength</u>
Cold Rolled Steel	As Received	Epoxy	2900 psi
	Vapor Degreased		2912 psi
	Grit Blast		4260 psi
	Acid Etch		4470 psi
Titanium	Acid etched	Epoxy	3183 psi
	Liq. pickle		3317 psi
	Hydroflourosilicic acid		4005 psi
	As Received	Vinyl phenolic	1356 psi
	Degreased		3180 psi
	Acid Etch		6743 psi

דוגמאות של פני שטח טובים להדבקה

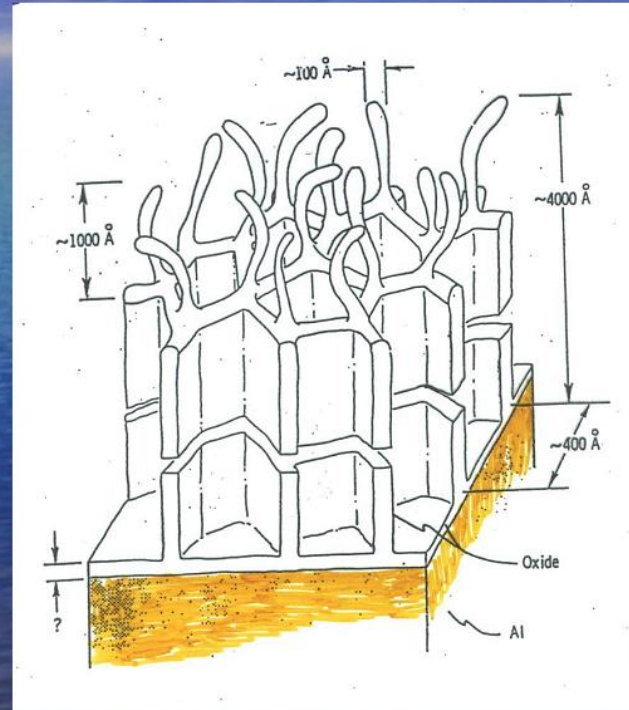


ANODIZED ALUMINUM



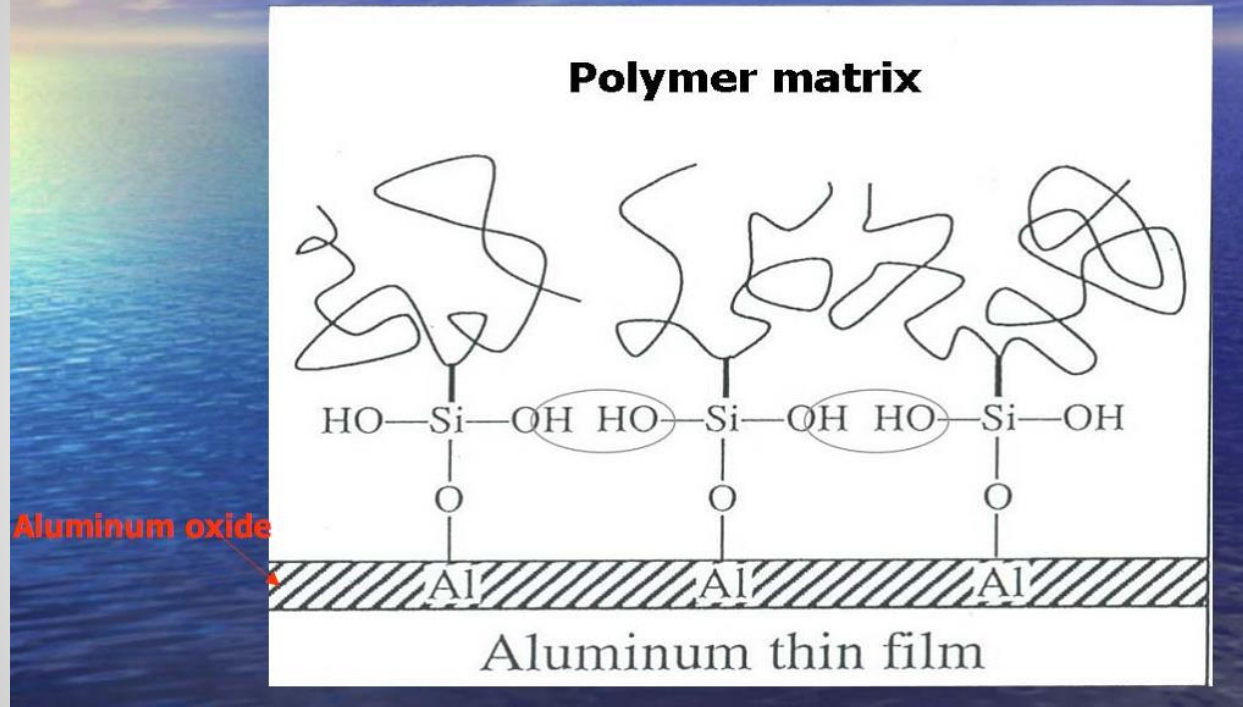
ETCHED ALUMINUM

PAA



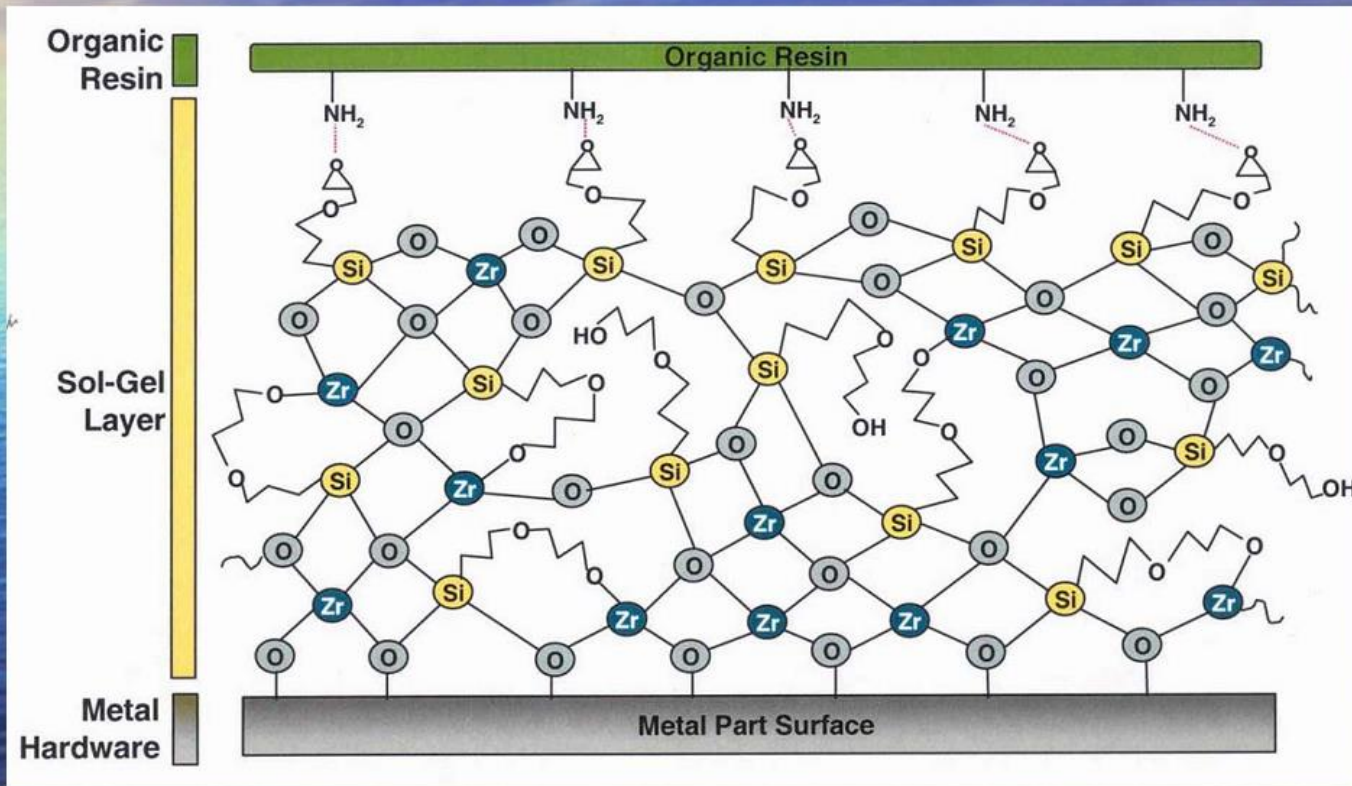
Phosphoric acid anodize

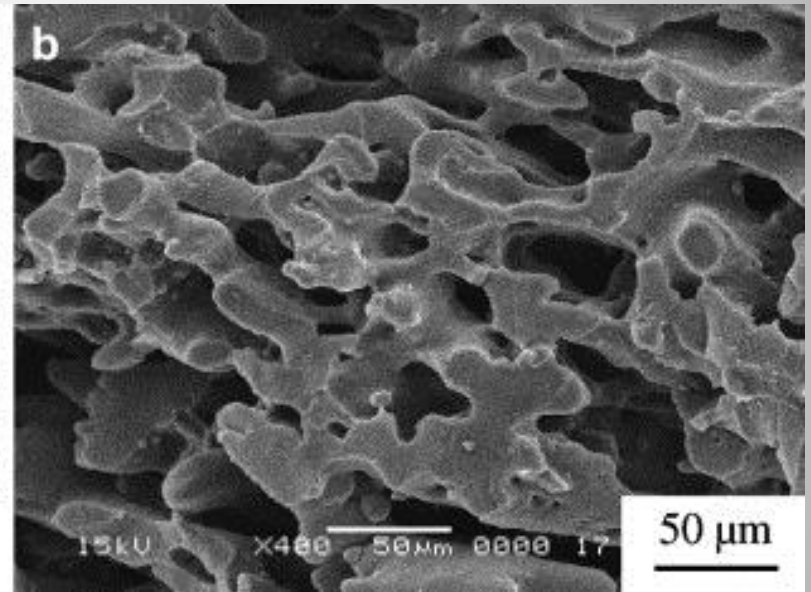
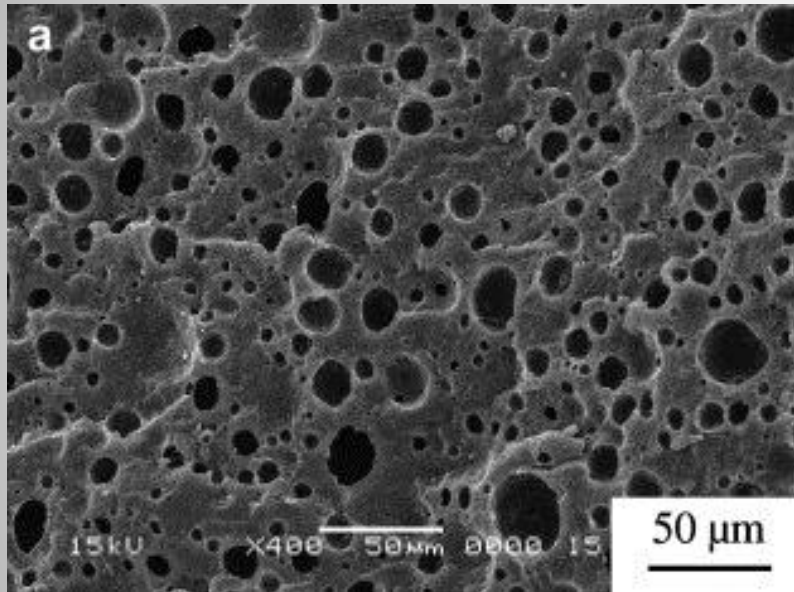
Silane Interphase



Silane based primers

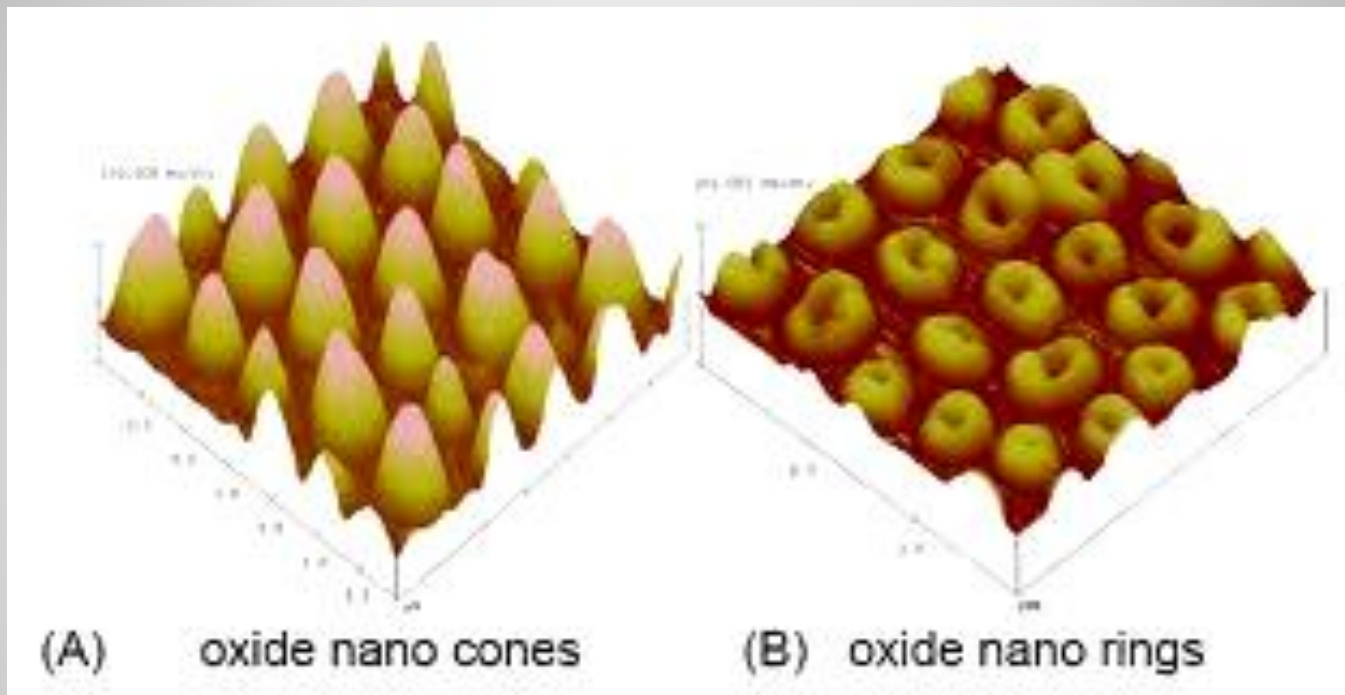
Sol- Gel Interphase





ETCHED ABS POLYMER

דוגמאות של פני שטח טובים להדבקה



OXIDE

דוגמאות של פני שטח טובים להדבקה

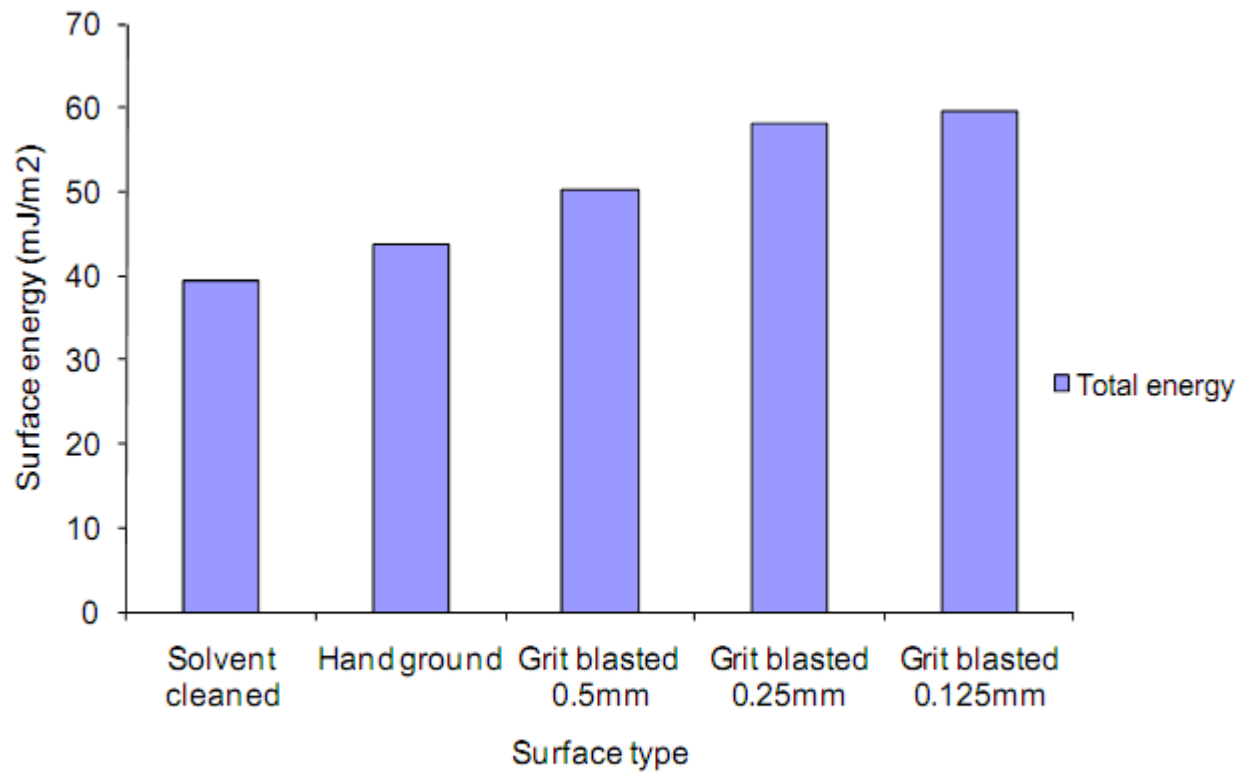


Figure 3. Surface energy.

חיספוס מעלה את אנרגיית שטח הפנים

דוגמאות של פני שטח גרועים להדבקה, או שההדבקה לא תחזיק לאורך זמן

- מתכות שלא עברו צריבה ו/או תהליך של יצירת אוקסיד יציב
- תרמופלסטיים גבישיים-למחצה (ניילון, פוליאתילן, פוליפרופילן, אצטל, טפלון), שלא עברו איכול כימי
- פני שטח מזוהמים בשמנים, שעוות וחומרי הפרדה
- זכוכית או קרמיקה שלא עברה שיפעול/פריימר
- מתכות שרגישות לקורוזיה ולא עברו תהליך ציפוי או פסיבציה
- מצעים שלהם שכבת תחמוצת או תמורה חלשה

הכנת שטח למתכות נפוצות

- אלומיניום
 - אלודיין (שכבת תמורה)
 - אנודיז (דגש על סוג האיטום)
 - צריבה + שכבת פריימר אנטי קורוזיבי
 - ריסוס חול + שכבת פריימר אנטי קורוזיבי
- ברזל
 - ריסוס חול + פריימר אנטי קורוזיבי
 - אבץ-פוספט

הכנת שטח למתכות נפוצות

- פלדת אלחלד
 - ריסוס חול
 - צריבה
- פח מגולוון
 - יש צורך להסיר מקומית את האבץ וליישם פריימר אנטי קורוזיבי
- פח מצופה בדיל
 - יש צורך להסיר מקומית את הבדיל וליישם פריימר אנטי קורוזיבי
- נחושת, פליז
 - צריבה
 - פומיס
 - תחמוצת שחורה

הכנת שטח לפולימרים אמורפיים

- פולימרים אמורפיים, נתקפים בקלות על ידי ממסים אורגניים. יש להקפיד על ניקוי עם ממס שאינו תוקף. יש לבחור דבק שמסוגל להמיס בצורה מבוקרת את הפולימר. הנושא יידון בהרחבה בפרק של דבקים
- השיטה רלוונטית לפולימרים הבאים: PVC, Acryl, Polycarbonate, ABS, Polystyrene, PC-ABS, ASA, SAN
- חספוס אינו הכרחי
- פריימרים מאד מומלצים, במיוחד עבור דבקים סיליקוניים
- דבקים אקריליים, בד"כ לא דורשים פריימר
- נושא סידוק מטיפוס ESC יכול להוות מקור לכשל וחייב להיבדק מראש

הכנת שטח לפולימרים גבישיים למחצה

- פולימרים גבישיים למחצה, אינם קלים להדבקה. יש צורך בתקיפה כימית מיוחדת של פני השטח, או בהתכה בזמן ההדבקה (דבק חם)
- השיטה רלוונטית לפולימרים הבאים:
Polypropylene, Polyethylene, Acetal (Delrin), Polyamide (Nylon), polyester, Polyurethane, PEBA, EPDM, TPE, TPV,
- ניקוי עם איזופרופנול או אתנול של פני השטח ואחריו
- טיפול כימי של פני השטח:
- פלסמה (ואקום, אטמוספרית)
- קורונה
- להבה

Surface Energy of Multiple Surfaces	
SURFACE	SURFACE ENERGY (Dynes /cm)
Copper	1,103
Aluminum	840
Glass	250 to 500
High Surface Energy	
Kapton	50
ABS	42
Polycarbonate	42
Low Surface Energy	
Polyethylene	31
Polypropylene	29
Teflon	18

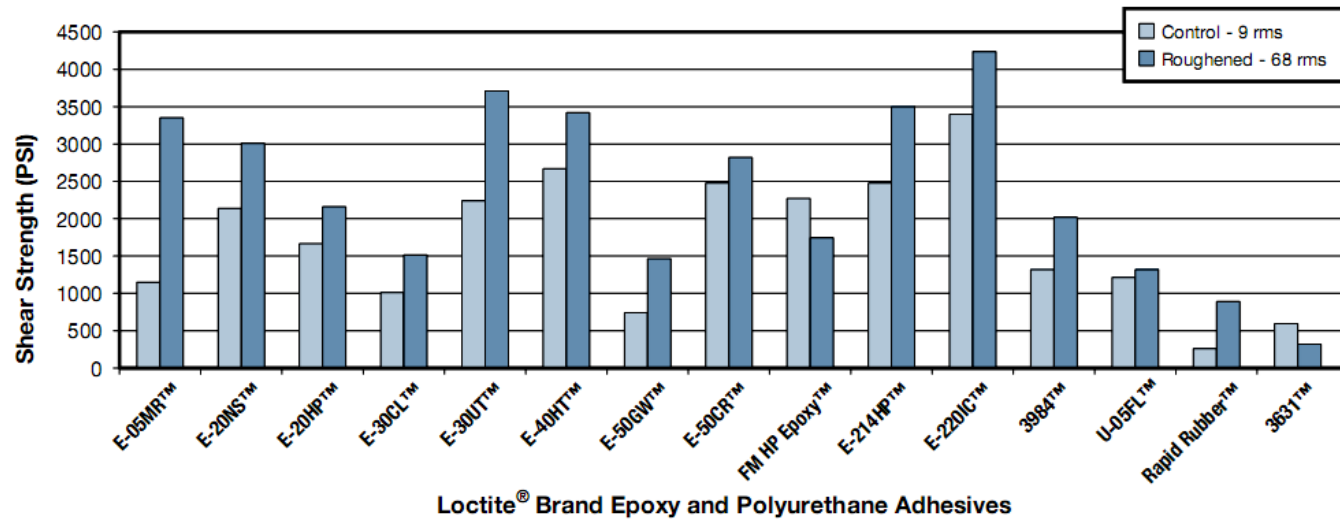
Surface Energy of Various Materials

הכנת שטח לזכוכית וקרמיקה

- משטחים אלו קשים מאד, והכנת השטח מבוססת על יצירת קשר כימי דרך מתאם מיוחד (סילאן או תרכובת דומה):
 - ניקוי עם ממש אורגני
 - שיוף עדין אם אפשר (נייר קרביד או תרחיף צריום אוקסיד)
 - יישום פריימר מתאים (יש להתאים את סוג הסילאן לדבק. הנושא יידון בפרק דבקים)
 - המתנה מתאימה לצורך פילמור הפריימר ותגובה עם המצע

FIGURE 9

Effect of Surface Roughening on the Bond Strength of Epoxy and Polyurethane Adhesives on Aluminum




דוגמה – חוזק הדבקה בגזירה של דבק אפוקסי למצעים שונים

PRODUCT DESCRIPTION

Hysol[®] E-220IC[™] provides the following product characteristics:

Technology	Epoxy
Chemical Type	Epoxy
Appearance	Grey paste ^{LMS}
Components	One component - requires no mixing
Viscosity	Paste
Cure	Heat cure or Induction cure
Application	Bonding

דוגמה – חוזק הדבקה בגזירה של דבק אפוקסי למצעים שונים



Cured @ 90 amps, for 90 seconds, using an Induction Cure System, achieving a peak substrate temperature of 230°C, tested @ 22 °C, 0.13 mm gap

Induction Cure:

Lap Shear Strength, ISO 4587:

Steel (grit blasted)	N/mm ²	20
	(psi)	(2,970)
Aluminum (abraded)	N/mm ²	23
	(psi)	(3,360)
Aluminum (anodized)	N/mm ²	12
	(psi)	(1,690)
Stainless steel	N/mm ²	22
	(psi)	(3,250)
Nylon to Steel (grit blasted)	N/mm ²	1.5
	(psi)	(230)
Wood (Pine) to Steel (grit blasted)	N/mm ²	5
	(psi)	(740)



Block Shear Strength, ISO 13445:

Ferrite Magnet to Steel (grit blasted)	N/mm ²	23
	(psi)	(3,360)

Cured for 60 minutes @ 125 °C, tested @ 22 °C, and 0.13 mm gap,

Heat Cure:

Lap Shear Strength, ISO 4587:

Steel (grit blasted)	N/mm ²	41	
	(psi)	(5,990)	
Aluminum (abraded)	N/mm ²	24	
	(psi)	(3,550)	
Aluminum (anodized)	N/mm ²	24	←
	(psi)	(3,510)	
Stainless steel	N/mm ²	33	
	(psi)	(4,760)	
Polycarbonate	N/mm ²	3	←
	(psi)	(370)	
Nylon to Steel (grit blasted)	N/mm ²	2	←
	(psi)	(260)	
Wood (Pine) to Steel (grit blasted)	N/mm ²	4	
	(psi)	(610)	

Block Shear Strength, ISO 13445:

Epoxy	N/mm ²	29	
	(psi)	(4,280)	
Glass	N/mm ²	14	
	(psi)	(1,990)	
Ferrite Magnet to Steel	N/mm ²	13	
	(psi)	(1,970)	

Impact Strength, ISO 9653, J:

Steel (grit blasted)	2	←
Aluminum (etched)	12	

דוגמה - חוזק
הדבקה בגזירה
של דבק אפוקסי
למצעים שונים

דוגמה – חזק הדבקה בגזירה של דבקים שונים כתלות בחספוס

Table 2. Results of the single-lap shear tests.

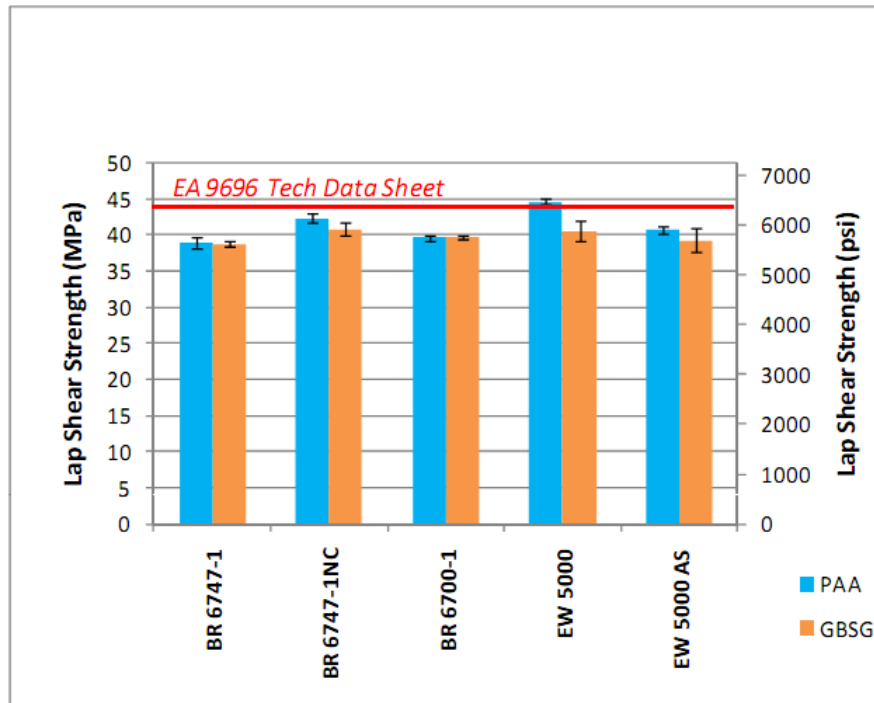
Adhesive	specimen No.	Ultimate load, kN				
		Solvent wiped	Hand ground	Grit blasted		
				0.125m m grit	0.25mm grit	0.5mm grit
Sika 30	I	2.91 #*	3.31 #*	4.43 *	4.97 *	4.08 *
	II	2.81 #	3.87 #*	4.44 *	4.32 *	4.43 *
	III	2.38 #	3.39 #*	4.81 *	4.76 *	5.08 *
Sika 330	I	3.66 #	4.72 #*	5.74 #*	6.09 #*	5.48 #*
	II	3.88 #	4.73 #*	5.60 #*	5.46 #*	5.30 #*
	III	3.45 #	4.93 #*	5.70 #*	5.47 #*	5.79 #*
Araldite 2015	I	2.86 #*	2.73 #*	4.09 #*	4.37 #*	3.54 #*
	II	1.88 #	2.48 #*	3.82 #*	4.04 #*	3.77 #*
	III	2.85 #*	2.89 #*	4.13 #*	4.04 #*	3.50 #*
Araldite 420	I	3.67 #	5.23 #*	5.62 *	5.70 *	5.42 #*
	II	3.04 #*	5.30 #*	6.65 *	5.15 *	5.40 *
	III	3.56 #	5.11 #*	5.39 *	6.01 *	5.45 #*

#= adhesion failure, *= cohesion failure, #*= combined adhesion and cohesion failure

דוגמה - בתנאי חדר, ריסוס חול ואנודייז, די דומים



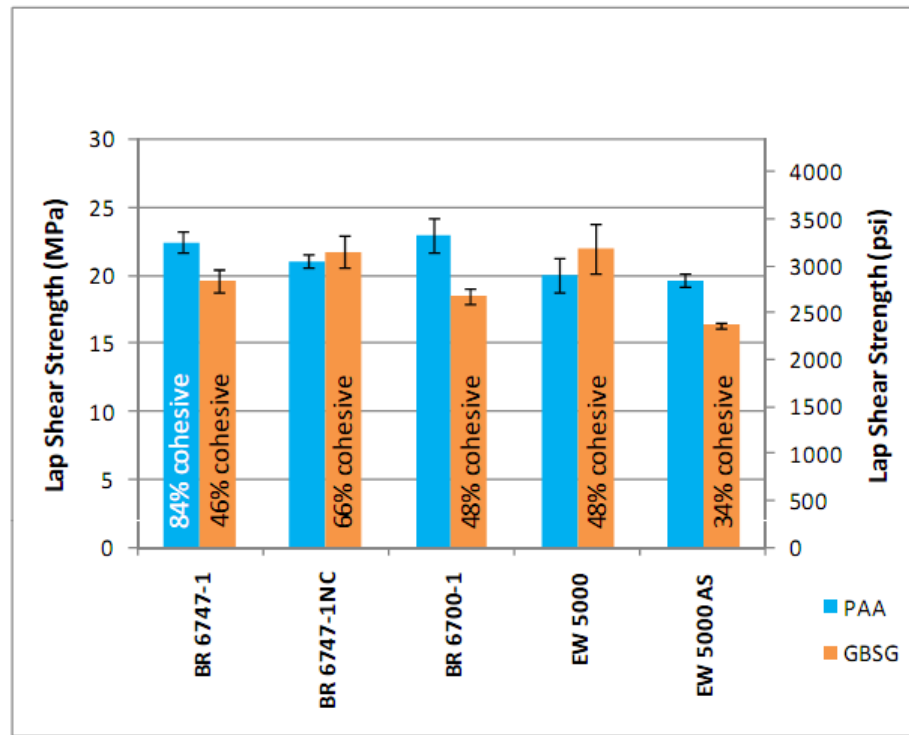
EA 9696 Adhesive 22°C (72°F) Lap Shear



דוגמה - בתנאי חום ולחות, האנודיז עדיף על ריסוס חול



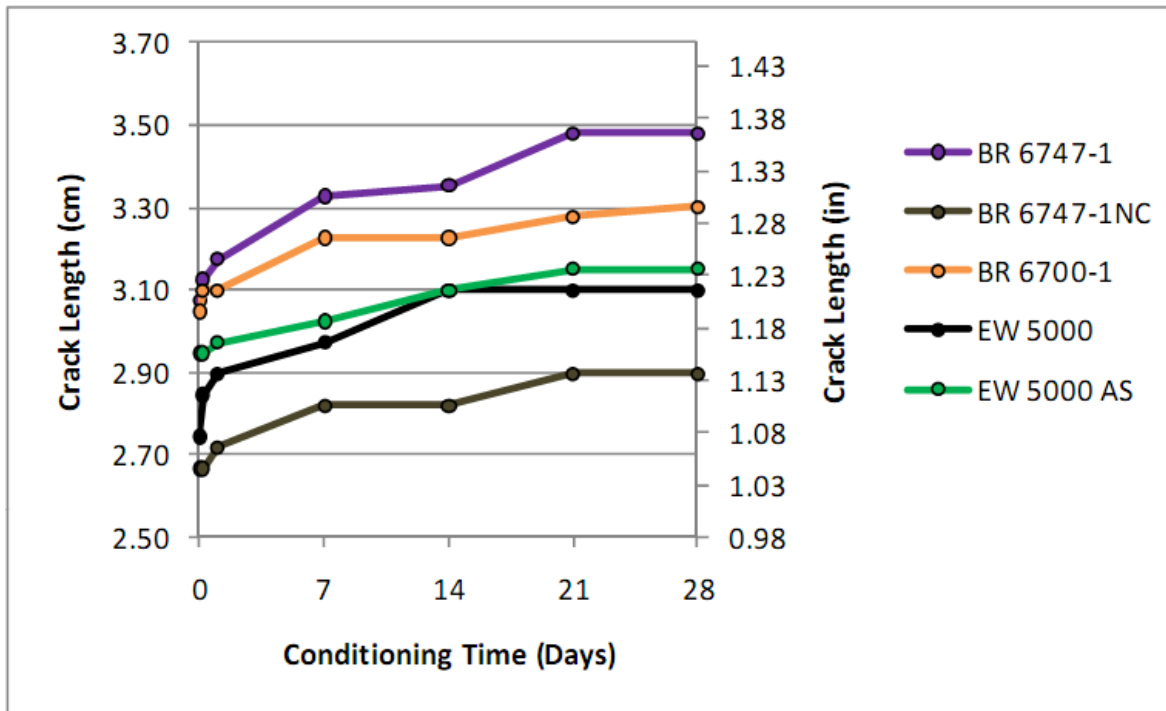
EA 9696 Adhesive 82°C (180°F) Wet Lap Shear



דוגמה - קצב התקדמות סדק, אנודייז, דבקים שונים



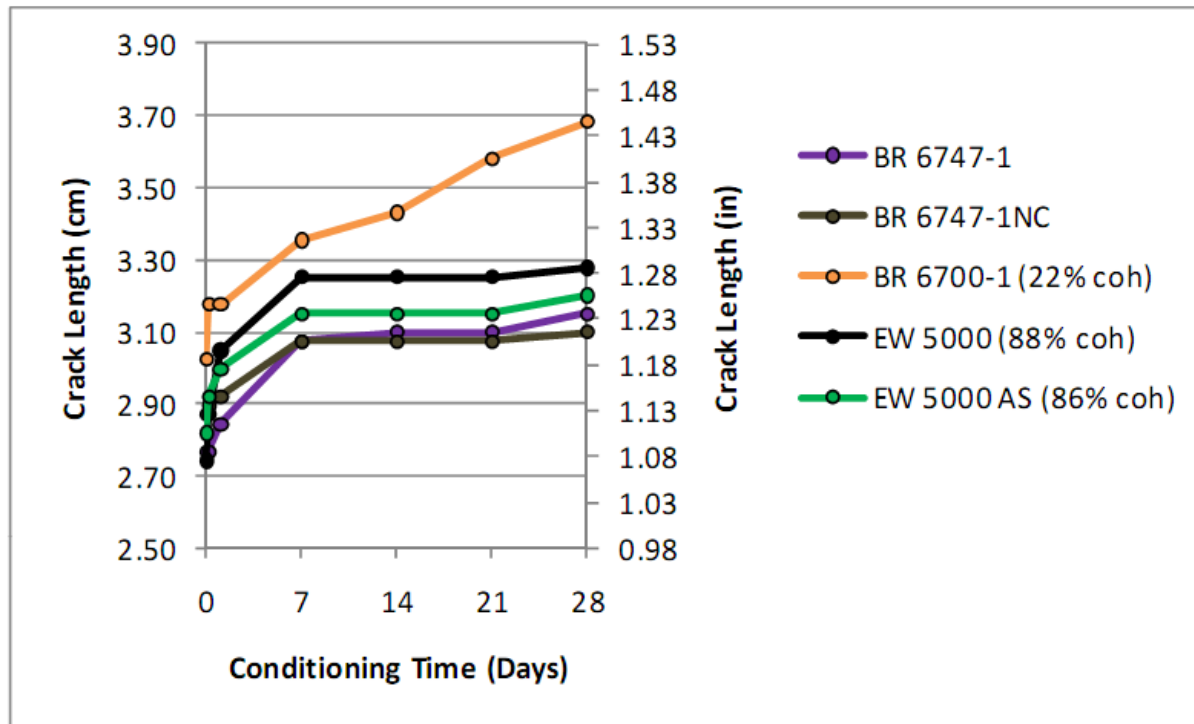
EA 9696 Adhesive with PAA 60°C (140°F) Wedge Test



דוגמה - קצב התקדמות סדק, ריסוס חול, דבקים שונים

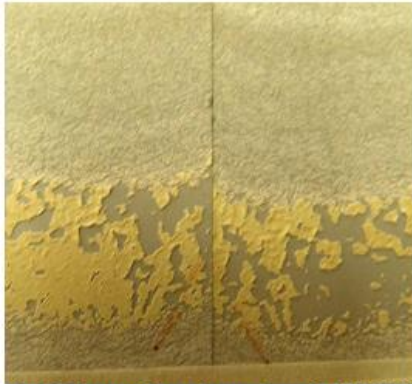


EA 9696 Adhesive with GBSG 60°C (140°F) Wedge Test

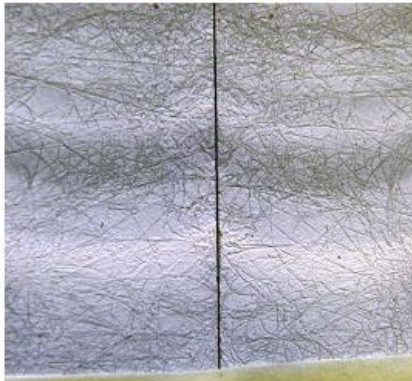




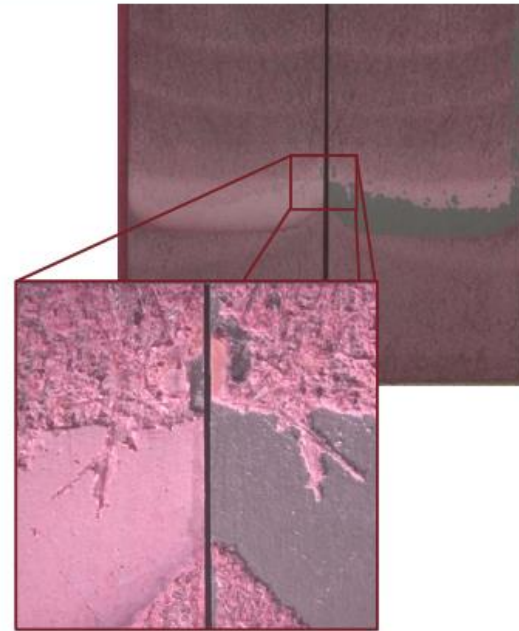
Typical Failure Modes Observed in 60°C (140°F) Wedge Tests



Typical Primer-Aluminum Interfacial Failure
with FM 209M Adhesive



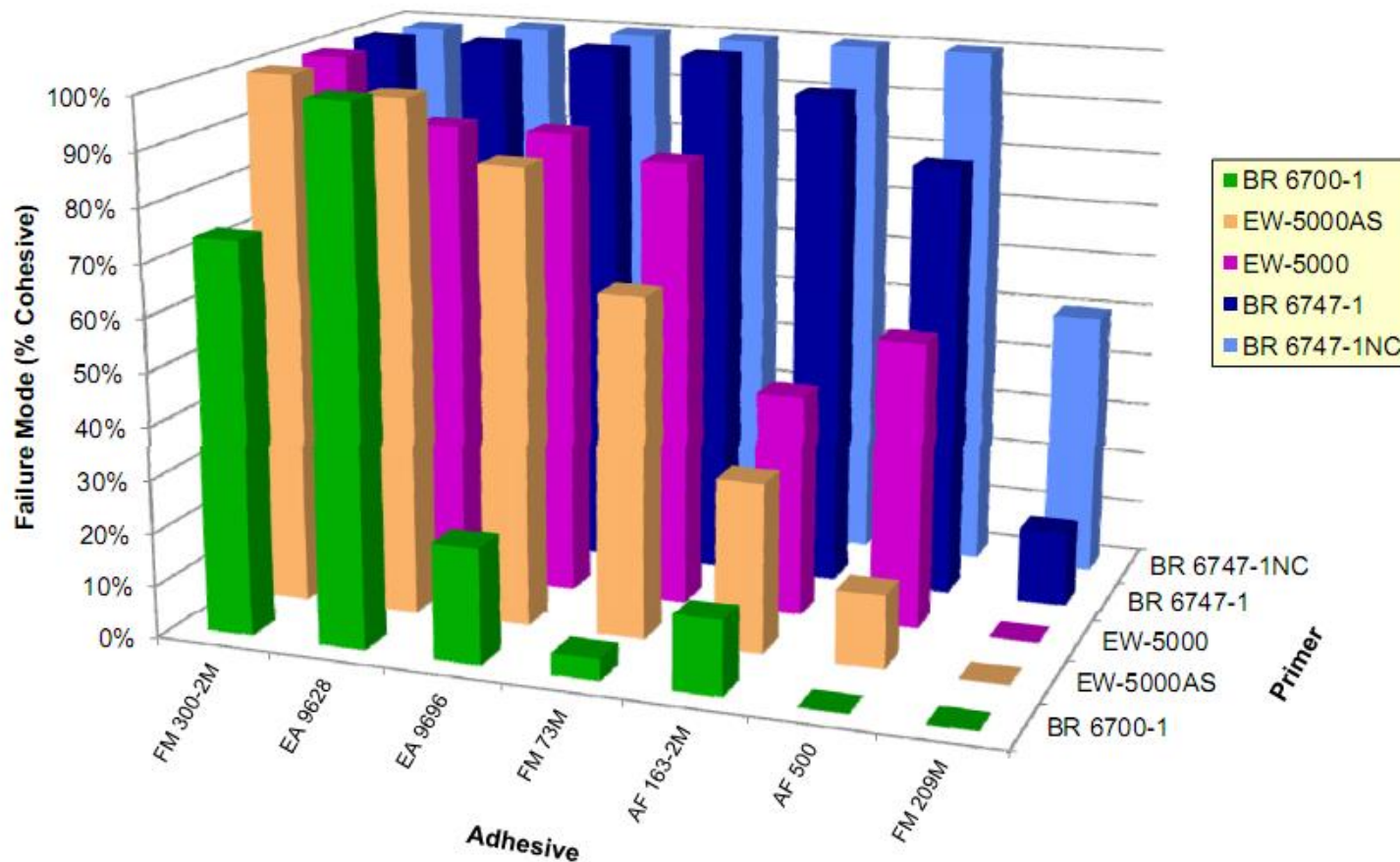
Typical Good "100 Percent" Cohesive Failure



Typical AF 163-2M "100 Percent Cohesive Failure"
Near Primer-Adhesive Interface



Summary of Failure Modes with GBSG in 60°C (140°F) Wedge Tests





Conclusions



- **Large Amount of Data Generated to Guide Future Efforts**
- **No Clear Path Forward for Non-Cr Primer Qualification**
 - Based on initial screening with only 5 specimens per test
- **PAA Test Results were Overall Superior to GBSG**
 - PAA is the premier aluminum surface preparation
 - PAA can be used with more combinations of surface preps & primers
- **Hot/Wet Lap Shear Results when Using GBSG Exhibit Poor Failure Modes**
 - Routinely seen even with good wedge tests data for same combination
 - A bit concerning
- **Wedge Test Results Must be Used with Caution**
 - Screening w/ controlled variables; no quantitative correlation to service



ALPHA-TECH
Materials & Processes LTD.

Halahmi Izhar | General Manager

Adress: P.O.B 839 Hod-Hasharon 45100 Israel

Tel/Fax: +972 72 2448359

Mobile: +972 50 7790587

E-mail: izharhal@012.net.il

Home page: <http://atmp.co.il/index.php>