

קורס דבקים. פרק ד. משפחות דבקים.



ALPHA-TECH
Materials & Processes LTD.

Halahmi Izhar | General Manager

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

Tel/Fax: +972 72 2448359

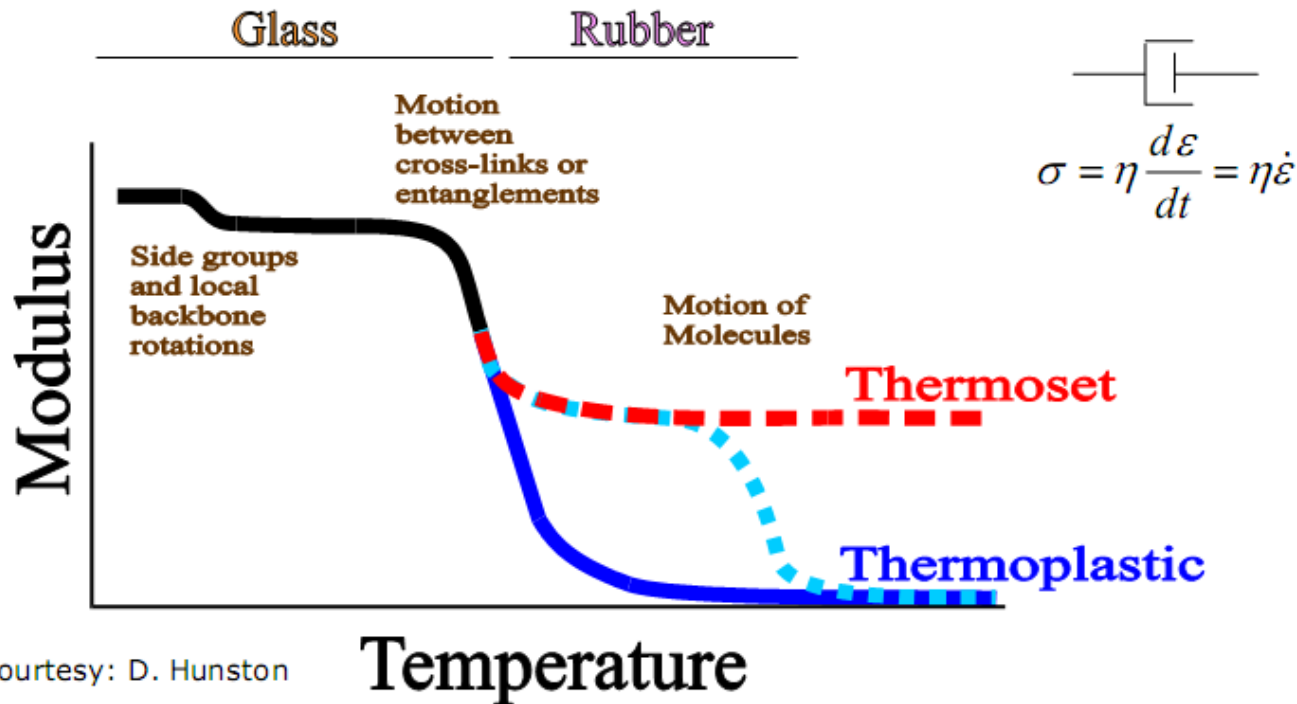
Mobile: +972 50 7790587

E-mail: izharhal@012.net.il

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

השפעת טמפרטורה על פולימרים

Viscoelastic Polymer Behavior



Once cured, thermosets will not become liquid again if heated, although above a certain temperature their mechanical properties will change significantly. This temperature is known as the **Glass Transition Temperature** (T_g).

Advantages/Limitations of Typical Structural Adhesives

Adhesive	Advantages	Limitations
Epoxy	High strength, good resistance at elevated temperatures, relatively low cost	Exothermic reaction, short pot life
Polyurethane	Excellent flexibility even at low temperatures, moderate cost	Moisture sensitive, poor resistance at elevated temperatures, short pot life
Acrylic	Good flexibility, good peel and shear strength, bonding of dirty surfaces possible, moderate cost	Low strength at elevated temperatures, toxic, flammable, limited open time

EDCH (Clarke 1996)

אקרילי דו רכיבי/חד רכיבי + אקטיבטור

- מהיר (עד כדי 5 דקות למיצוק)
- הקשיה בטמפרטורות חדר
- ניתן ליישם עם מיקסר סטאטי, או ללא ערבוב (שני מרכיבים בנפרד על שני המצעים)
- חוזק קילוף גבוה
- אימפקט מצוין
- הדבקה מצויינת לתרמופלסטים אמורפיים, מתכות ומרוכבים
- עמידות טובה ב UV
- עמידות טובה בכימיקלים
- עמידות בינונית לחום
- ריח חריף
- עלול לגרום ESS בתרמופלסטיים אמורפיים

FIGURE 8

Effect of Heat Aging on the Bond Strength of Two-Step and Two-Part Acrylic Adhesives on Aluminum

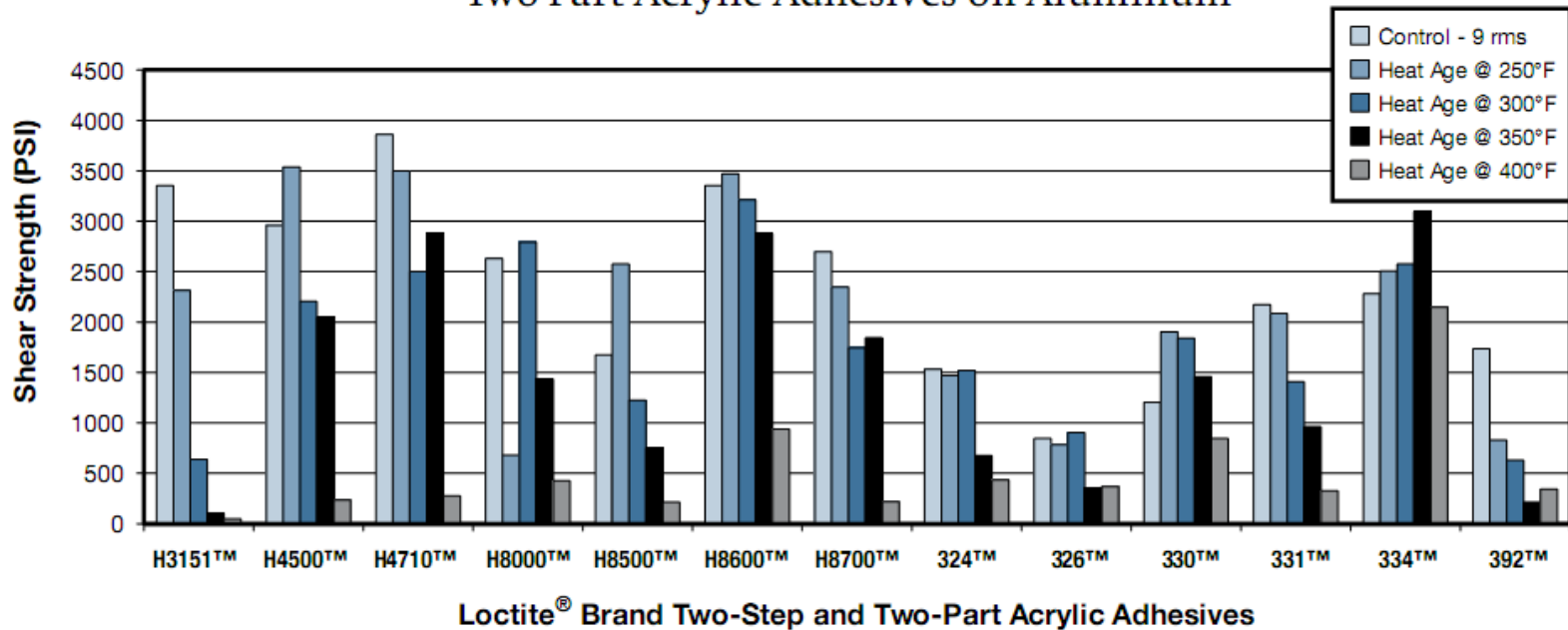


FIGURE 14

Effect of Heat Aging on the Bond Strength of Two-Step and Two-Part Acrylic Adhesives on Anodized Aluminum

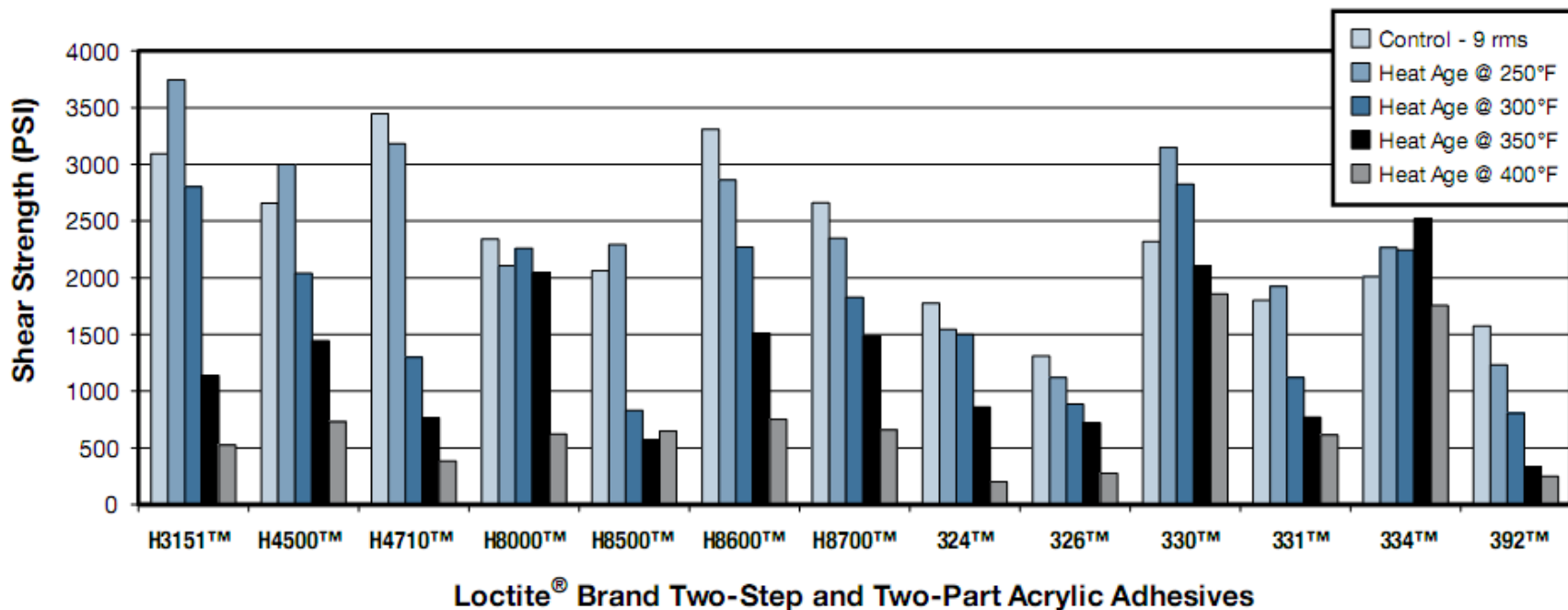
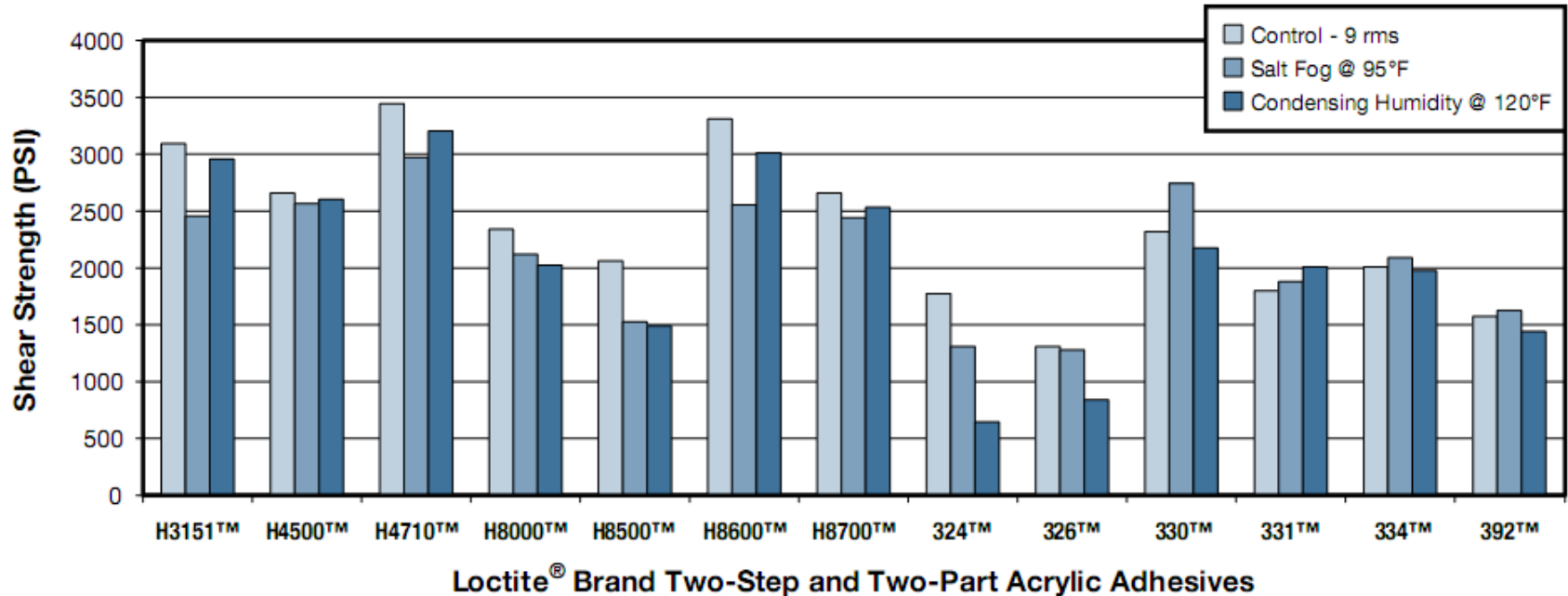


FIGURE 13

Effect of Salt Fog Exposure and Condensing Humidity on the Bond Strength of Two-Step and Two-Part Acrylic Adhesives on Anodized Aluminum

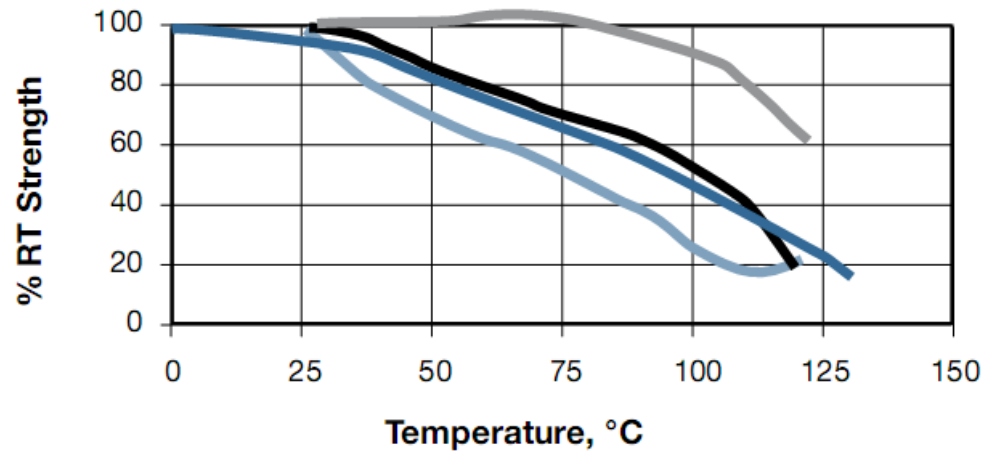


ציאנואקרילט (סופר גלו)

- חד רכיבי
- צמיגות נמוכה
- מהיר מאד
- הדבקה מצויינת לתרמופלסטיים אמורפיים, אלסטומרים, מתכות
- ניתן להשיג גם בגירסה שמופעלת באור UV
- חוזק קילוף נמוך
- חוזק אימפקט נמוך
- עובד רק במרווחים דקים
- הדבקה גרועה לזכוכית
- עמידות נמוכה לחום
- עמידות נמוכה ללחות וכימיקלים
- מסוכן לעור ולעיניים
- עלול לגרום ל ESS לתרמופלסטיים אמורפיים
- "תפרחת לבנה"
- ריח

Cyanoacrylate Adhesives

FIGURE 4



— Loctite® 416™ Super Bonder® Instant Adhesive

— Loctite® 380™ Black Max® Instant Adhesive, Toughened

— Loctite® 454™ Prism® Instant Adhesive, Surface Insensitive Gel

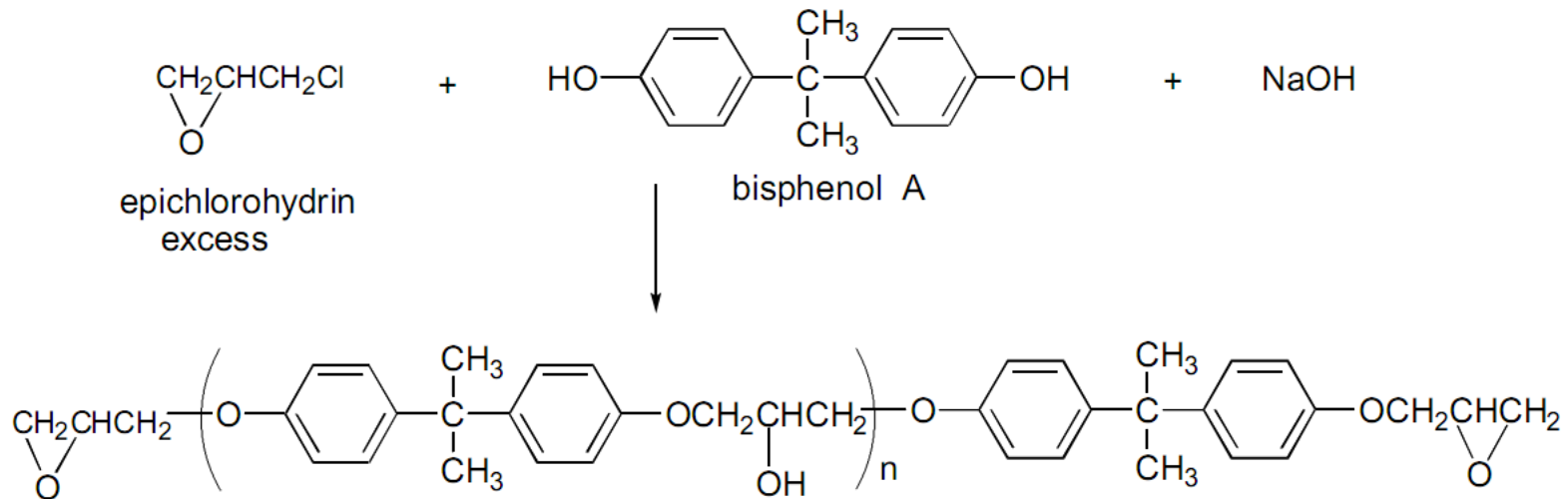
— Loctite® 4205™ Prism® Instant Adhesive, Thermally Resistant Gel

אפוקסי

- חד או דו רכיבי
- צמיגות נמוכה עד גבוהה מאד
- חוזק גזירה גבוה
- הדבקה מצויינת למתכות, זכוכית, קרמיקה, ותרמופלסטים שעבר שיפעול
- ריח חלש, מאד בטוחים בשימוש
- POTLIFE ארוך
- מתאימים ליישומים בהם יש טמפרטורות גבוהות
- עמידות מעולה בכימיקלים
- התכווצות נמוכה (הדבקות מדויקות)
- חוזק קילוף נמוך
- חוזק אימפקט נמוך
- לא נדבק טוב לתרמופלסטיים – אלא אם שופעלו
- ספיגת לחות גבוהה יחסית
- עמידות UV נמוכה
- פריך בטמפרטורות נמוכות

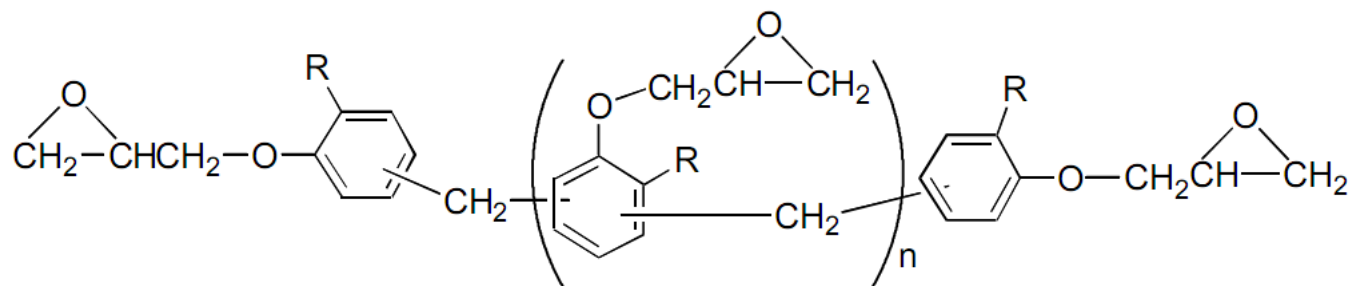
אפוקסי - שרף DGEBA

Scheme 8.1



8.1 (diglycidyl ether of bisphenol A, DGEBA, n ~0.2)

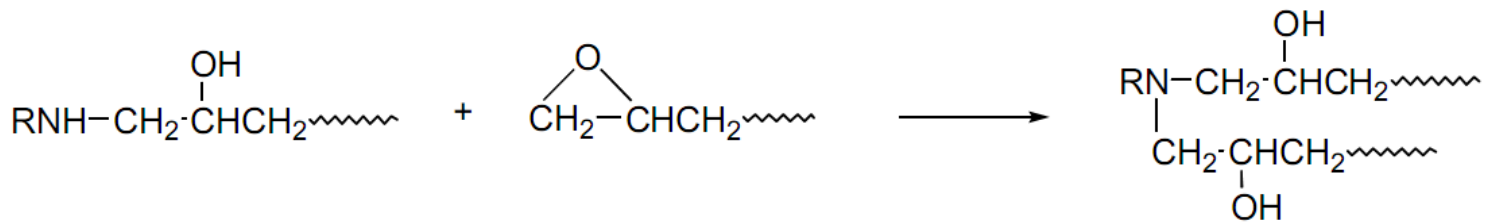
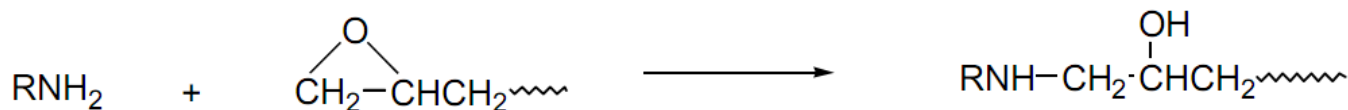
אפוקסי - שרף נובולאק



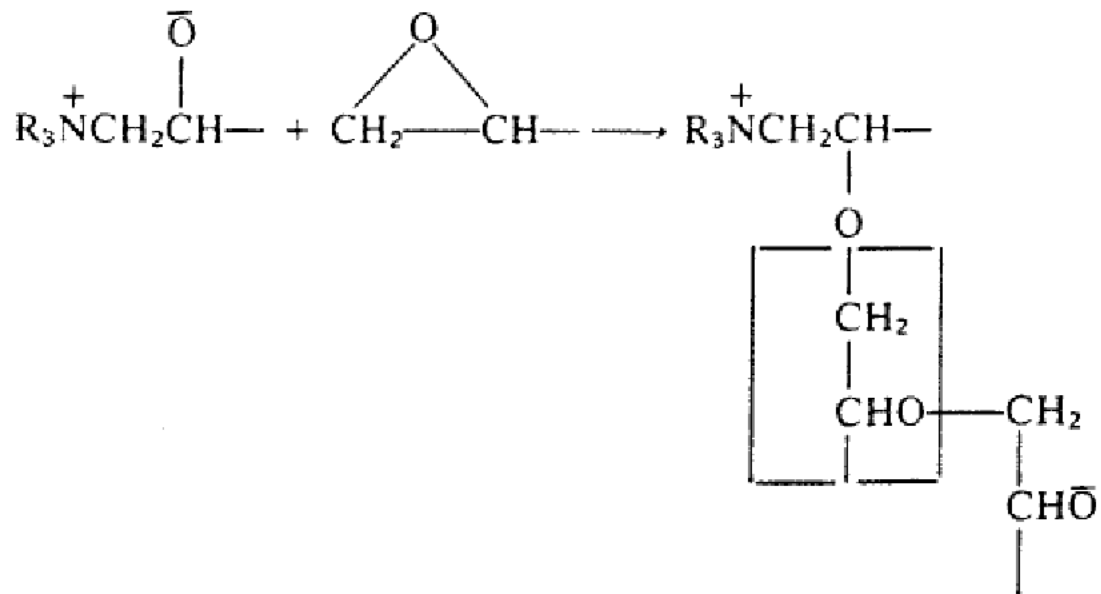
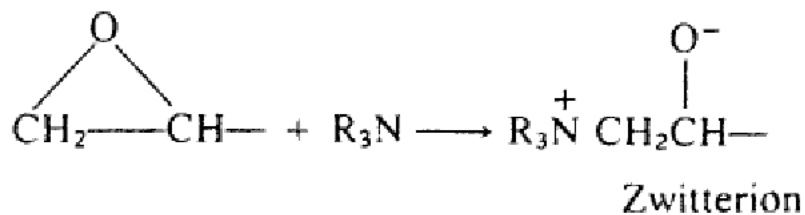
8.2a EPN, R = H
8.2b ECN, R = CH₃

אפוקסי - הקשיה עם אמינים ראשוניים

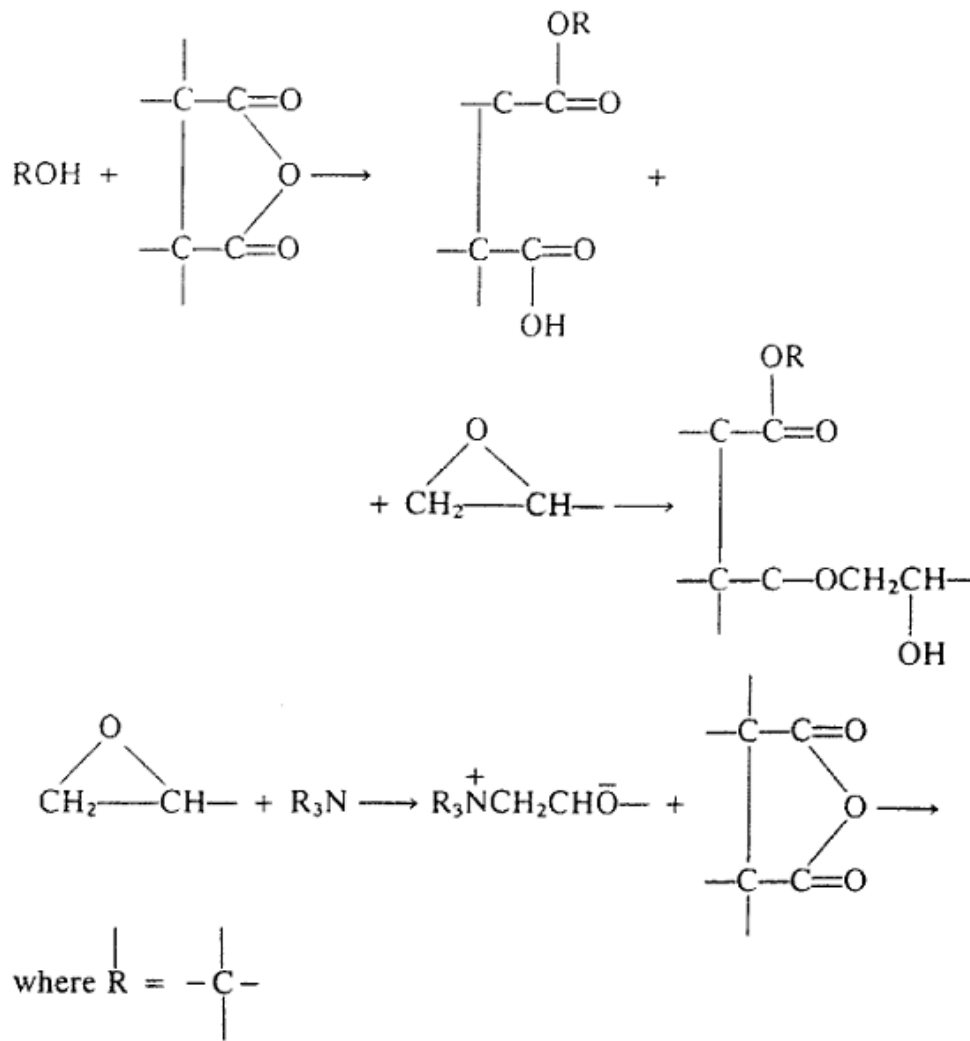
Scheme 8.2



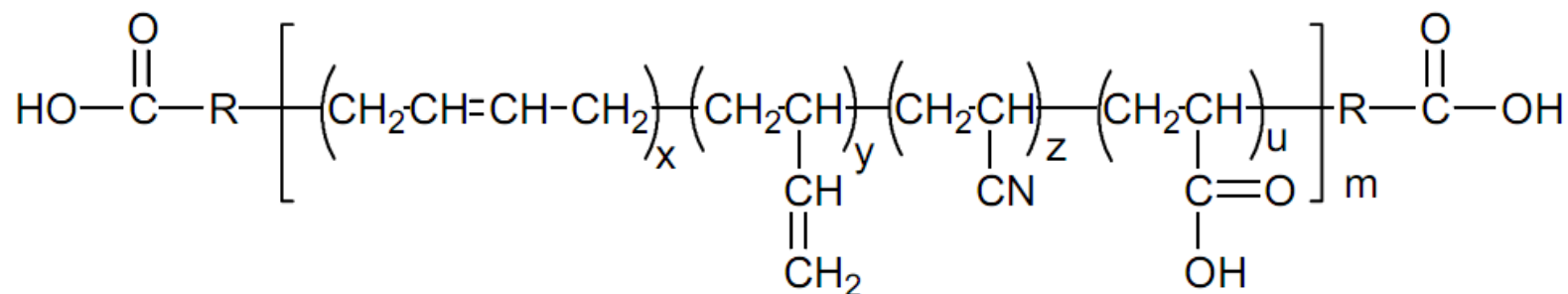
אפוקסי - הקשיה עם אמינים שלישוניים



אפוקסי - הקשיה עם אנהידרידים

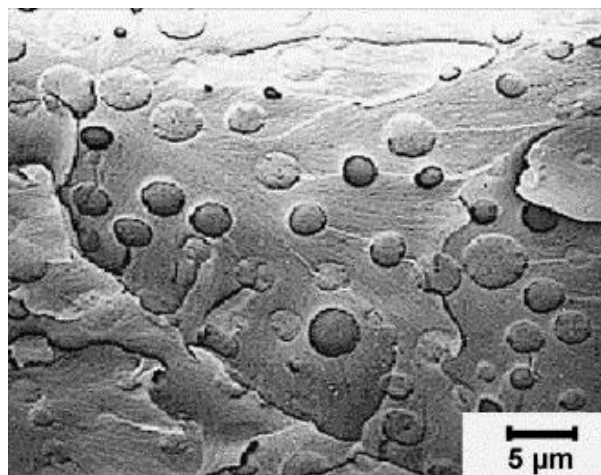
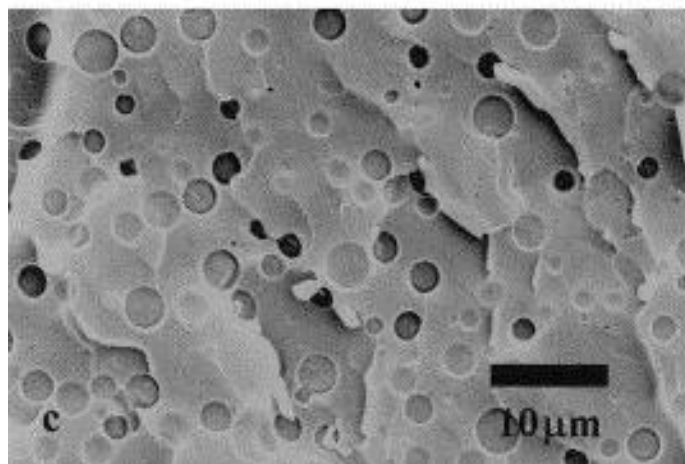
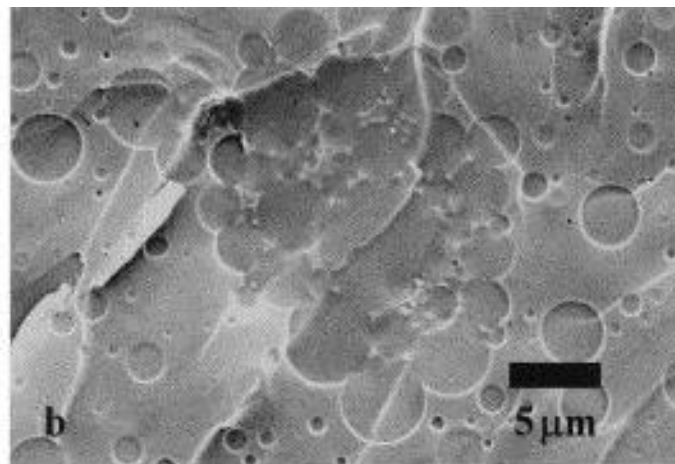
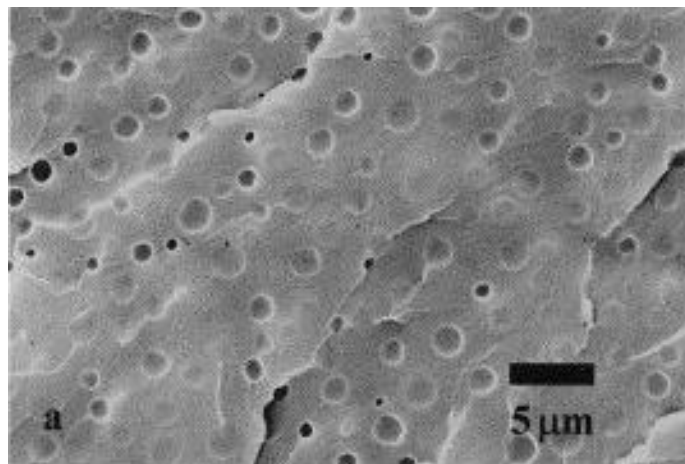


אפוקסי - שיפור אימפקט



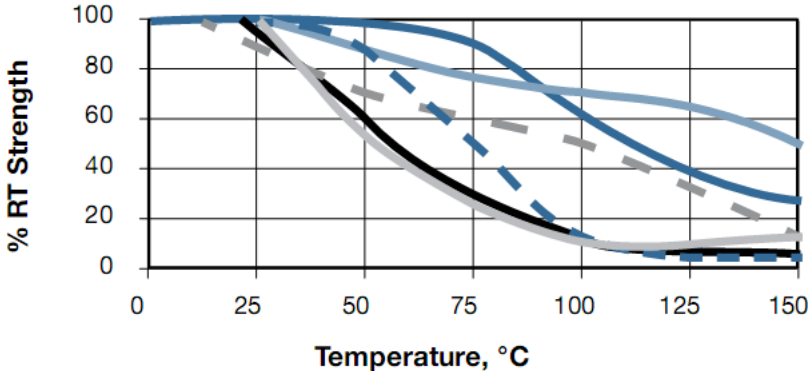
8.6 (CTBN)

אפוקסי - שיפור אימפקט



Epoxy Adhesives

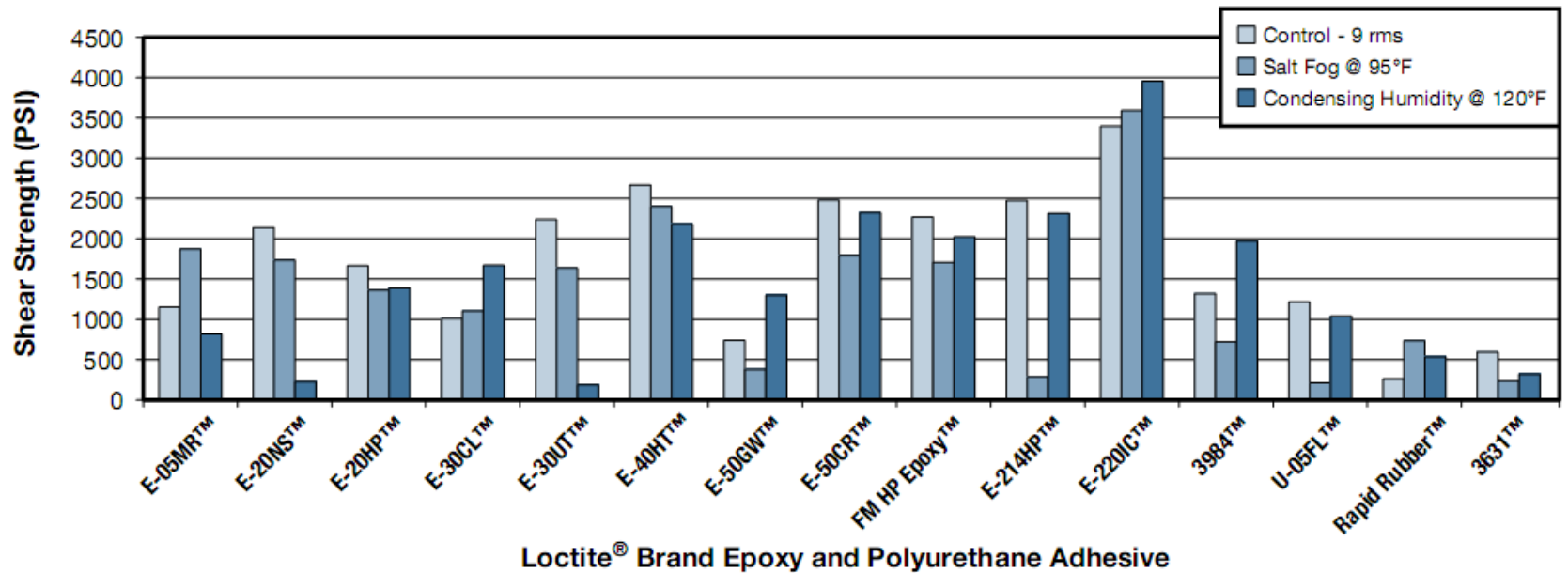
FIGURE 3



- Loctite® E-20HP™ Hysol® Epoxy Adhesive, Fast Setting
- Loctite® E-20NS™ Hysol® Epoxy Adhesive, Metal Bonder
- Loctite® E-214HP™ Hysol® Epoxy Adhesive, High Strength
- Loctite® E-40HT™ Hysol® Epoxy Adhesive, High Temperature
- Loctite® Fixmaster® High Performance Epoxy
- Loctite® E-30CL™ Hysol® Epoxy Adhesive, Glass Bonder

FIGURE 10

Effect of Condensing Humidity and Salt Fog on the Bond Strength of Epoxy and Polyurethane Adhesives on Aluminum



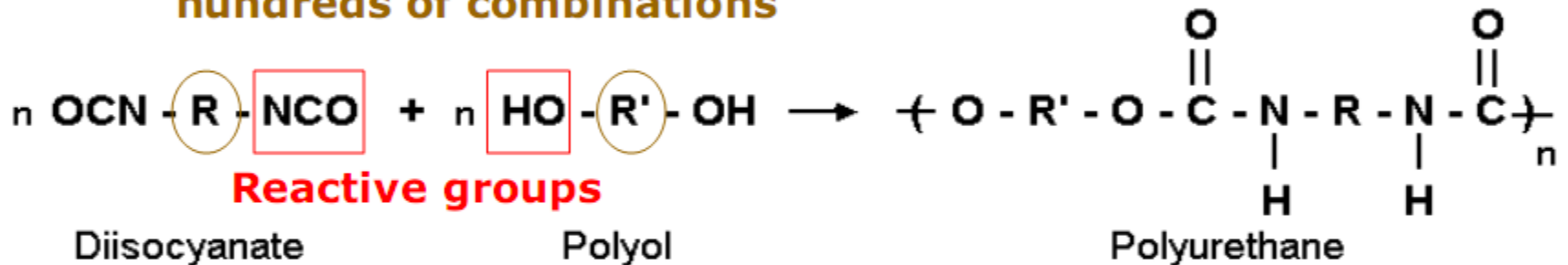
פוליאורתן

- חד או דו רכיבי
- צמיגות נמוכה עד גבוהה מאד
- חוזק גזירה בינוני
- חוזק קילוף מאד גבוה
- אימפקט גבוה
- הדבקה טובה למתכות, זכוכית, קרמיקה, ותרמופלסטים שעבר שיפעול
- ניתן להקנות עמידות טובה ל UV
- קשיחים או אלסטיים
- עמידות טובה בכימיקלים
- ניתנים להקצפה
- רגישים ללחות לאורך זמן
- עמידות בינונית-נמוכה לחום גבוה
- רגישים ללחות (מגיבה עם מרכיב האיזוציאנאט) – דורש אריזה מיוחדת
- בטיחות – האיזוציאנט גורם לגירוי עור ועיניים

פוליאורתנים

POLYURETHANE CHEMISTRY

R and R' groups have
hundreds of combinations



Iso or A-side

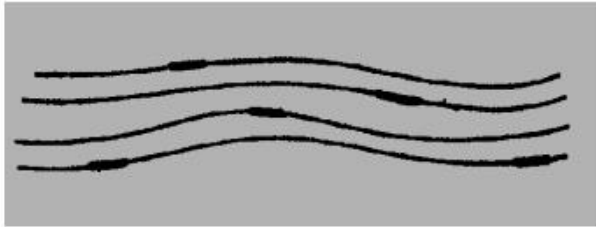
B-side

Tens of thousands of these
repeating units make up the
polymer 'backbone' which defines
most performance properties

השפעת צפיפות הצילוב

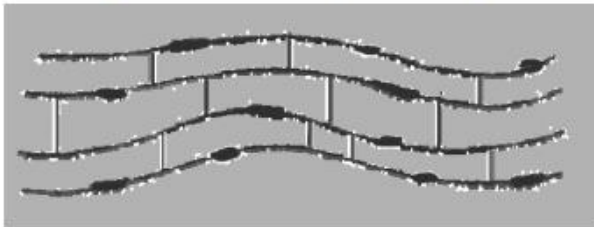
CONCEPTS - CROSS LINK DENSITY

Low Density - Elastomeric



- Elastomeric, soft & rubbery
- Excellent abrasion resistance
- Lower chemical resistance
- Lower corrosion resistance
- Excellent for concrete

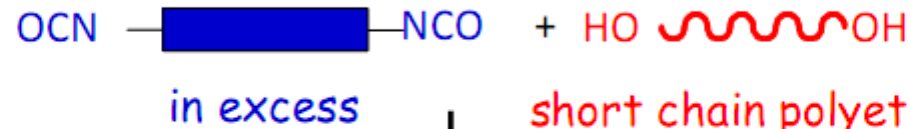
High Density - Rigid



- ▶ Rigid, hard
- ▶ Very good chemical resistance
- ▶ Very high adhesion
- ▶ Excellent corrosion resistance
- ▶ Excellent for steel



Polyurethane



*short chain polyether
polyester or polyamines*

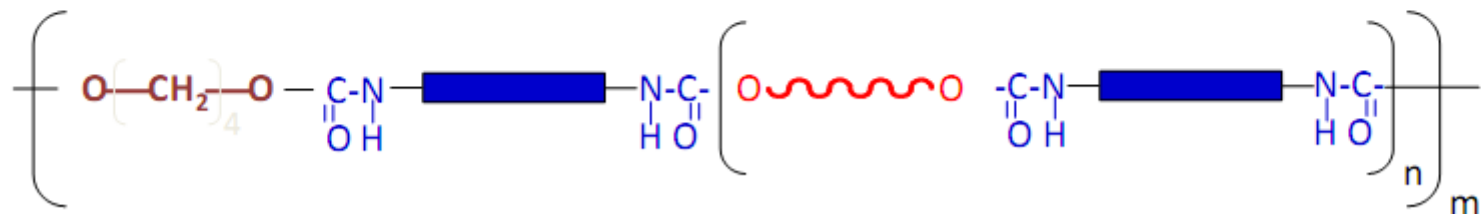


isocyanate terminated prepolymer

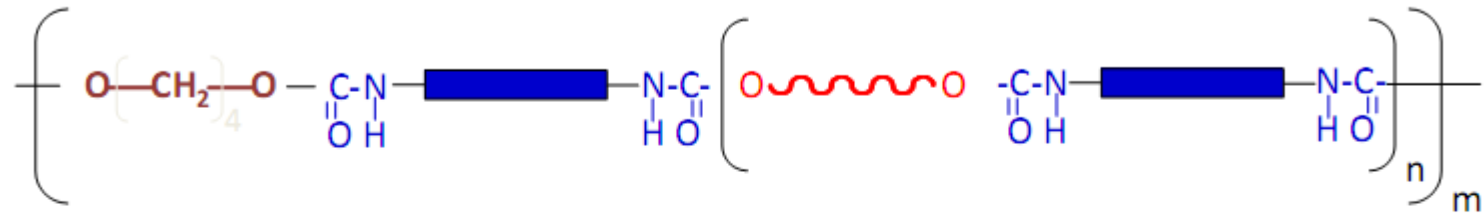
Chain extension

small diol or diamine

polyurethane



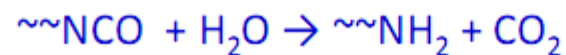
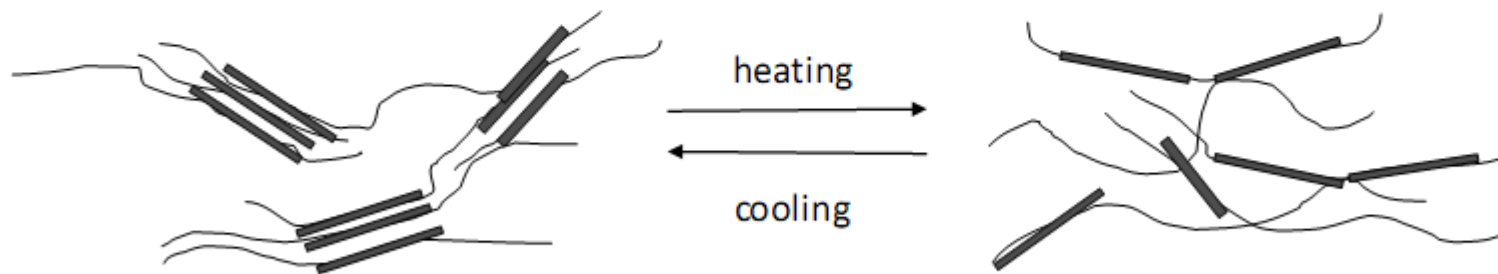
Polyurethane



polyurethane

Some applications

soft block / hard block \rightarrow **thermoplastic elastomers**

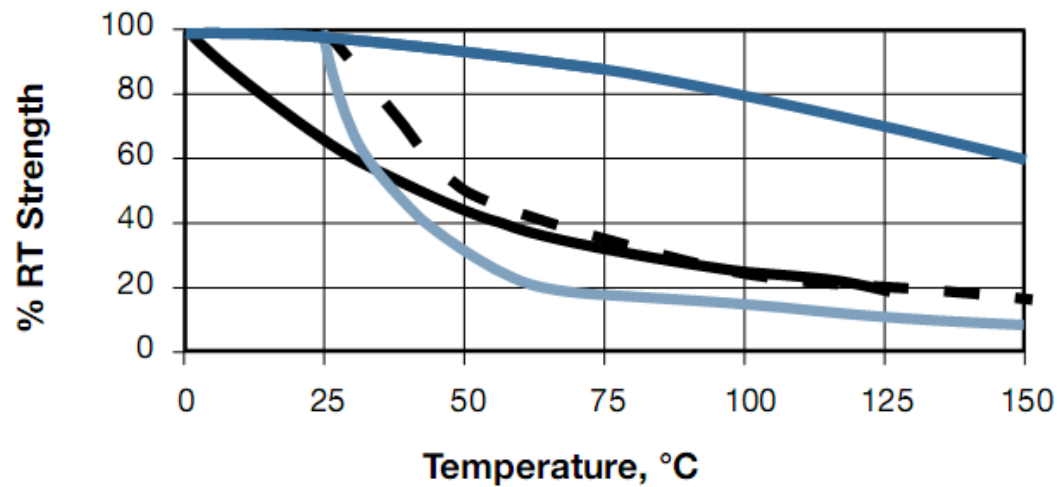


Rigid foams \rightarrow no chain extension, polyol has functionality > 3

Flexible foams \rightarrow flexible polyols and trifunctional crosslinking monomers

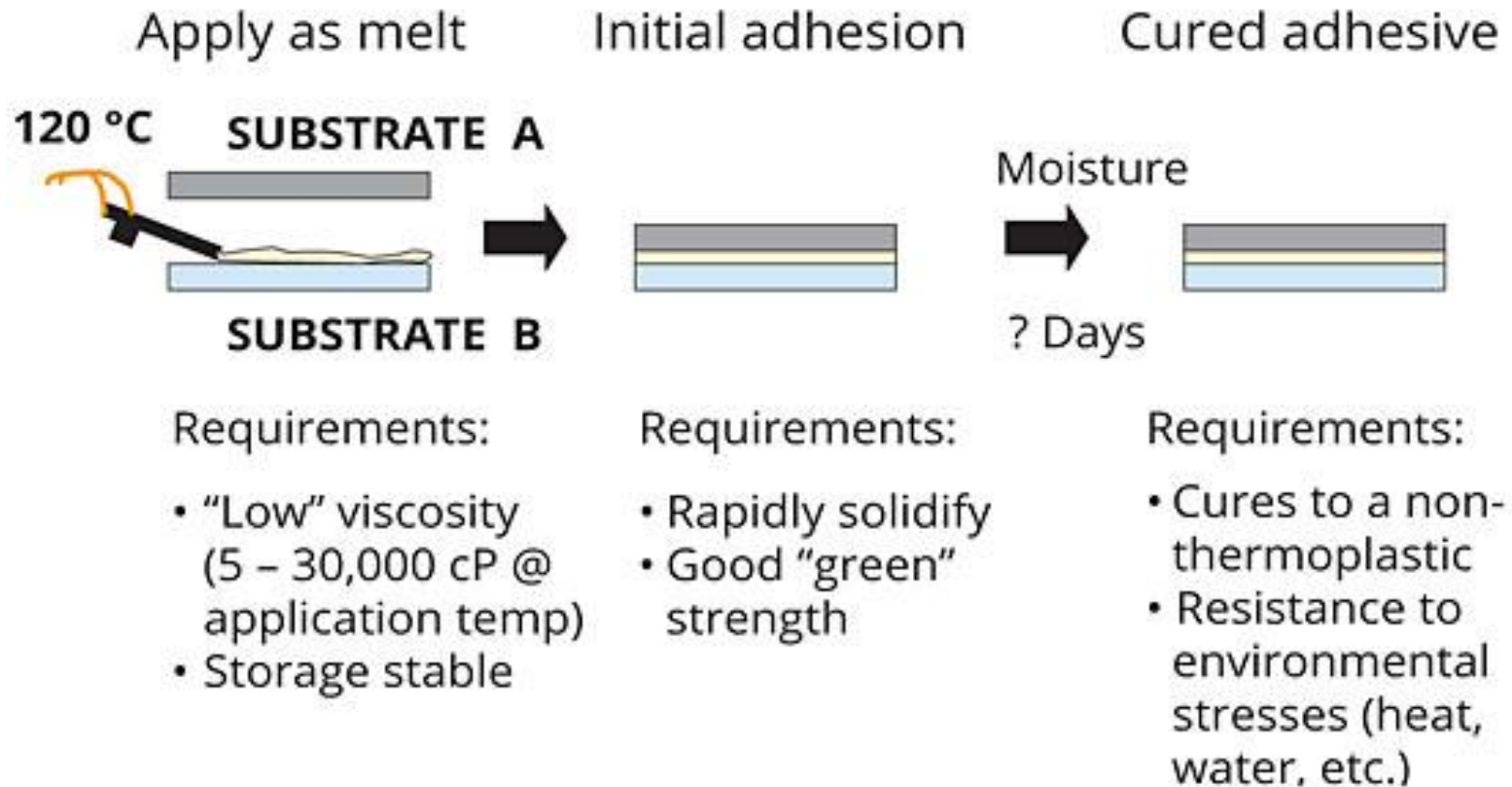
Hot Melt/Urethane Adhesives and Flange Sealant

FIGURE 5



- Loctite® U-05FL™ Hysol® Urethane Adhesive, High Strength
- Loctite® 3631™ Hysol® Hot Melt Adhesive, Urethane
- Loctite® 5900™ Flange Sealant, Heavy Body RTV Silicone
- Loctite® Fixmaster™ Rapid Rubber Repair

FIGURE 1 | PUR hot melt application.



MS POLYMERS

- חד או דו רכיבי
- צמיגות נמוכה עד גבוהה מאד
- חוזק גזירה נמוך
- חוזק קילוף גבוה
- אימפקט גבוה
- הדבקה טובה למתכות, זכוכית, קרמיקה, ותרמופלסטים שעבר שיפעול
- ניתן להקנות עמידות טובה ל UV אלסטיים
- מתאימים בעיקר לאטימה
- זולים יותר מסיליקוניים
- בטוחים יותר מפוליאורתנים
- רגישים ללחות לאורך זמן
- עמידות בינונית-נמוכה לחום גבוה
- רגישים ללחות (מגיבה עם מרכיב הסילאן) - דורש אריזה מיוחדת

MS POLYMERS

Silane-terminated polyether (SPE)



Silane-terminated polyurethane (SPUR)

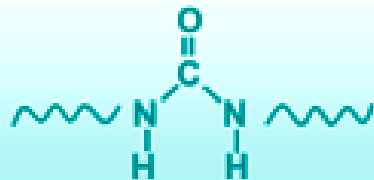


Figure 1: In currently available silane-terminated polymers, the polypropylene glycol (PPG) backbone is terminated with silane groups either directly (in SPEs) or via a urethane group (in SPURs).

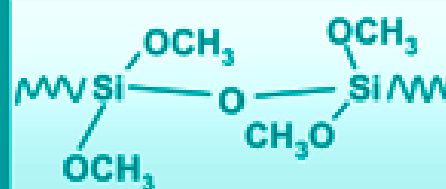
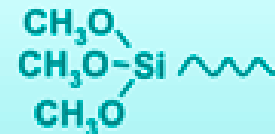
MS POLYMERS

Basic Principles: Crosslinking mechanism

PUR

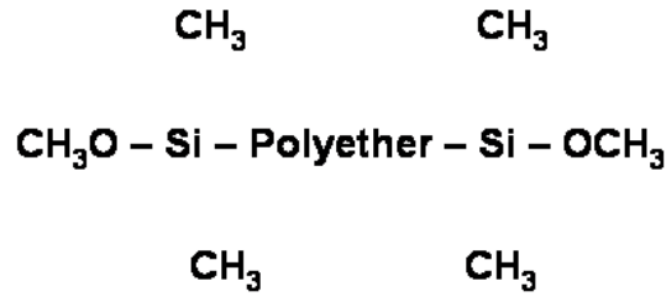


STP

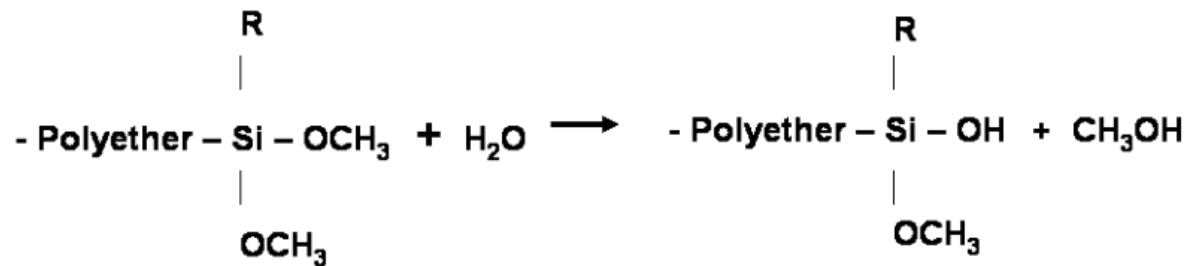


MS POLYMERS

Figure 1: MS polymer structure.



Step 2: Condensation of Silanol and Methoxysilane to Form Siloxane Crosslink



סיליקונים

- חד או דו רכיבי
- צמיגות נמוכה עד גבוהה מאד
- חוזק גזירה נמוך
- חוזק קילוף בינוני-גבוה
- אימפקט גבוה
- הדבקה טובה למתכות, זכוכית, קרמיקה, ותרמופלסטים שעבר שיפעול
- עמידות מעולה ל UV
- אלסטיים ביותר
- רכים מאד
- מתאימים בעיקר לאטימה
- בטוחים יותר מפוליאורתנים
- עמידות בטווח טמפרטורות גדול מאוד (מינוס מאה עד פלוס 250 צלסיוס)
- מחיר גבוה
- מערכות חד רכיביות רגישות ללחות (מגיבה עם מרכיב הסילאן) – דורש אריזה מיוחדת

סיליקונים

RTV •

- אצטוקסי: מהיר, פולט חומצה, הדבקה מצויינת, קורוזיבי
- אוקסים: עמיד בכימיקלים ובחום, לא קורוזיבי, איטי, הדבקה מצויינת ללא פריימר לפלסטיק.
- אלקוקסי: מהיר יותר מהאוקסים,, לא קורוזיבי, הדבקה פחות טובה מאצטוקסי. במקרים רבים דורש פריימר.
- הקשיה עם UV + לחות: יש גם אצטוקסי וגם אלקוקסי.

סיליקונים

• דו רכיביים

- **דחיסה**: לא ניתנים לזירוז בחום, התכווצות בינונית, פולטים תוצר לוואי ולכן לא מתאימים לחללים סגורים, רגישים ל REVERSION, לא צריכים פריימר, לא רגישים לאינהיביציה
- **סיפוח**: ניתנים לזירוז בחום, התכווצות נמוכה, לא פולטים תוצר לוואי ולכן מתאימים לחללים סגורים, צריכים פריימר, רגישים לאינהיביציה

Hot Melts

Advantages

- One-part, solvent-free
- Fast fixturing
- High adhesion to plastics
- Wide variety of formulations available
- Low volumetric cost

Considerations

- Hot dispense point
- Poor adhesion on metals
- Cools quickly
- Equipment is required
- Thermoplastic parts may deform
- Charring in reservoir
- Moisture sensitivity



Elastomers

Advantages

- One-part or two-part solvent-free
- Room temperature cure
- Excellent adhesion to many substrates
- Extremely flexible
- Superior thermal resistance
- Light curing formulations available

Considerations

- Poor cohesive strength
- Moisture cure systems have limited depth of cure
- May be swelled by non-polar solvents

דבקים מוליכי חשמל

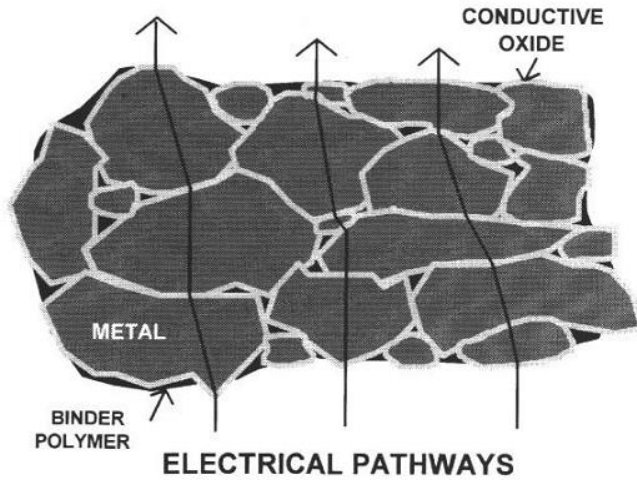
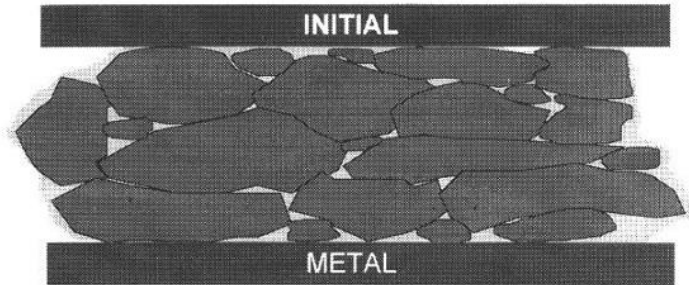


Fig. 3 *Electrical paths in isotropic conductive adhesives.*



Oxide Isolates Conductive Particles from Metal

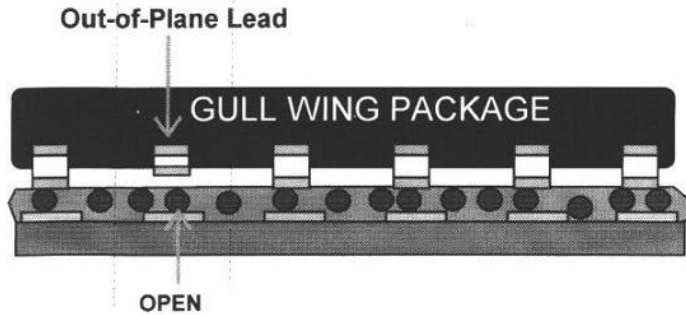
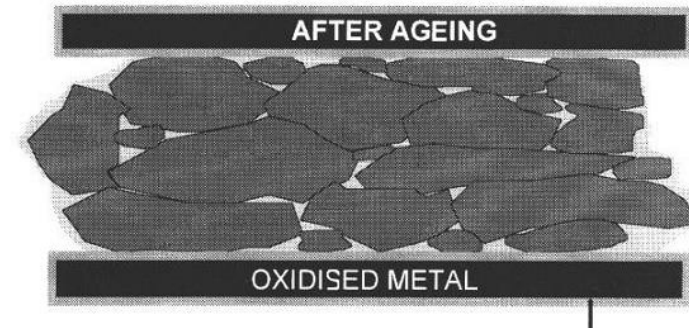


Fig. 8 *Anisotropic adhesive discontinuity.*

דבקים מוליכי חשמל

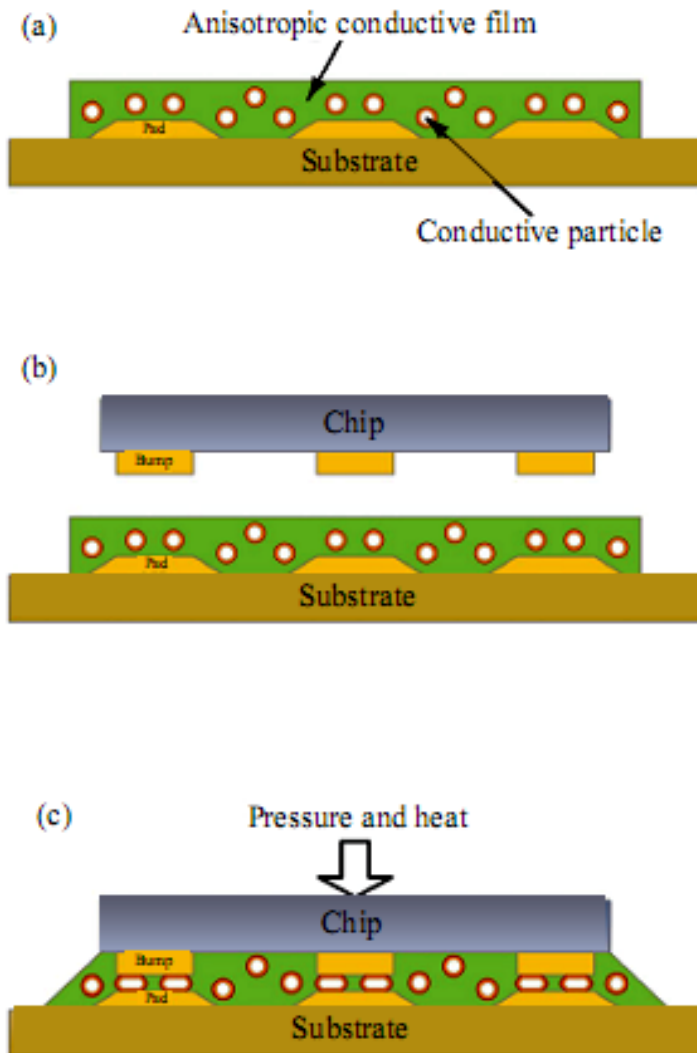
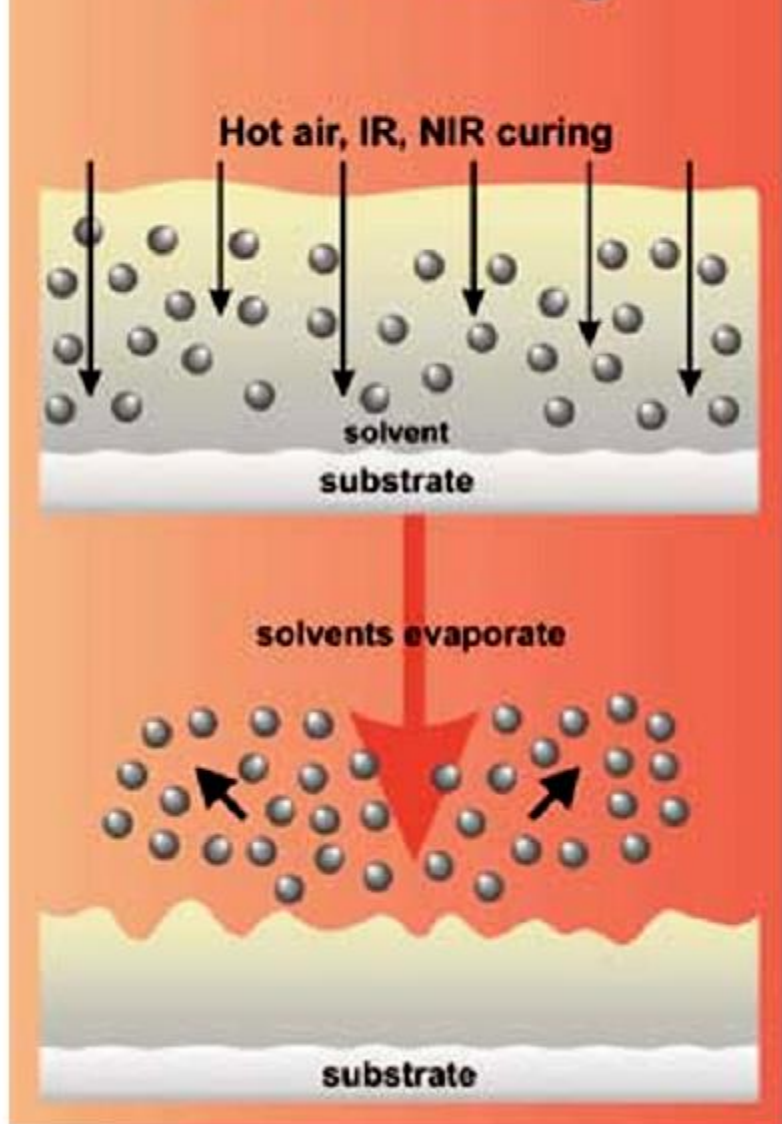
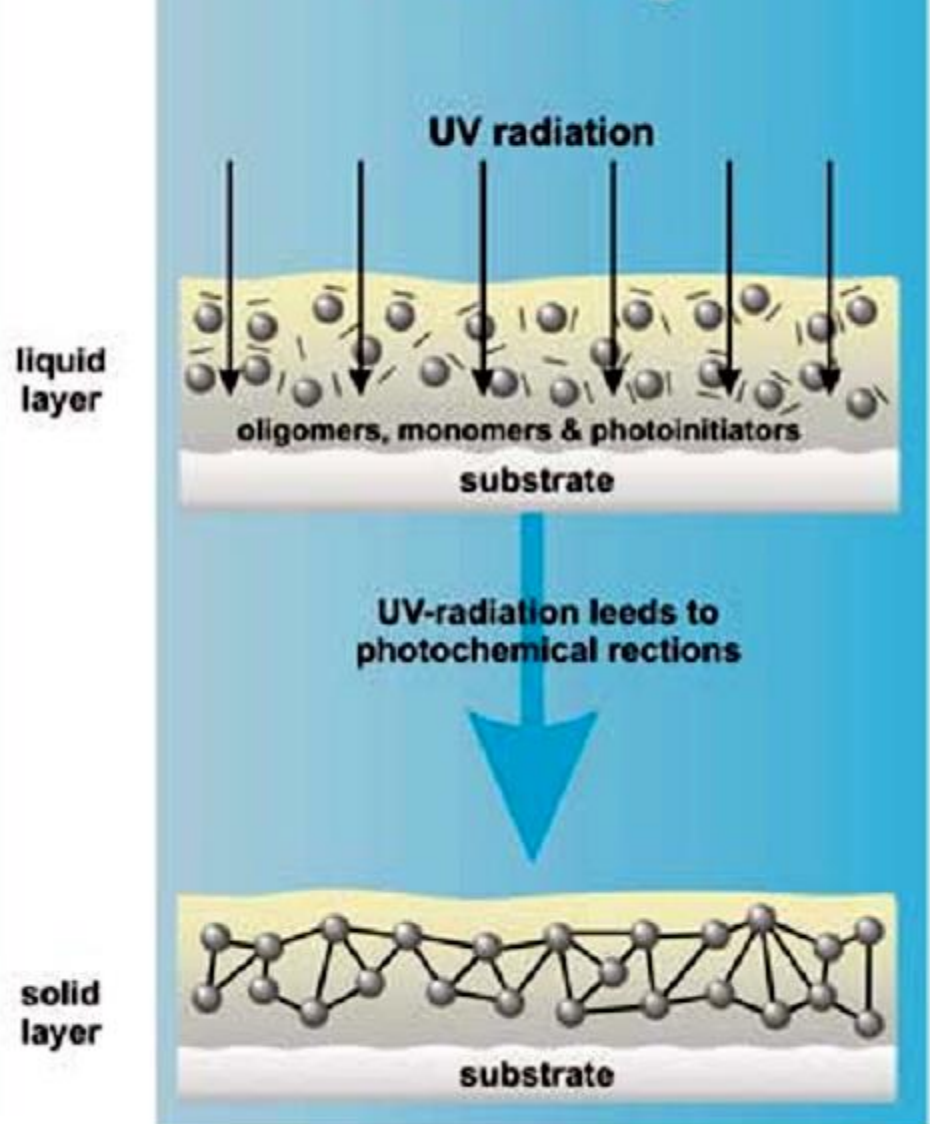


Figure 1. Schematic illustrating the die attachment process using an ACA. (a) ACA applied to substrate. (b) Chip placement onto substrate. (c) Cross-section of ACA bond after cure. (Reproduced with permission from Ref. 6 © 2006, IEEE.)

Thermal curing



UV curing



Typical Properties Ranges for UV Curing Structural Adhesives

Ranges For Typical Properties	UV Adhesives & Thick Layer Resins
Cure depth	1-100 mils typical thickness used
Cure speed*	1 to 30 seconds cures "typical"
Viscosity	10 - 200,000 cP
Adhesion to metals, plastic & glass	Frequently to 4,000 psi or substrate destruction
Clarity	Water white to straw, or translucent; colors and fluorescent grades available
Surface dryness/slickness	Dry surface cures
Moisture resistance	Good to excellent
Hardness (Shore A&D)	A 30 to D 80
Resistance to thermal shock under load	Good to excellent
Thermal Range	-85°F to 325°F
Solvent resistance	Good to excellent

* See Cure Speeds with various lamps shown below.

דבקי UV

- חד רכיביים
- מיצוק מהיר
- ללא ממסים
- חוזק קילוף גבוה
- מתאים לייצור המוני
- חסכון בצידוד ערבוב ובכח אדם
- הקשיה בתנאי חדר
- מגוון של תחומי צמיגות, קשיות, התארכות
- הדבקה מצויינת לפולימרים אמורפיים, פולימרים גבישיים למחצה שעברו טיפול פני שטח, לזכוכית, קרמיקה ומתכות
- התכווצות גבוהה
- עמידות בינונית בחום
- עמידות בינונית בכימיקלים
- חוזק גזירה בינוני

דבקי UV - דוגמה לדרך בה היצרנים משיגים הדבקה לחומרים פלסטיים

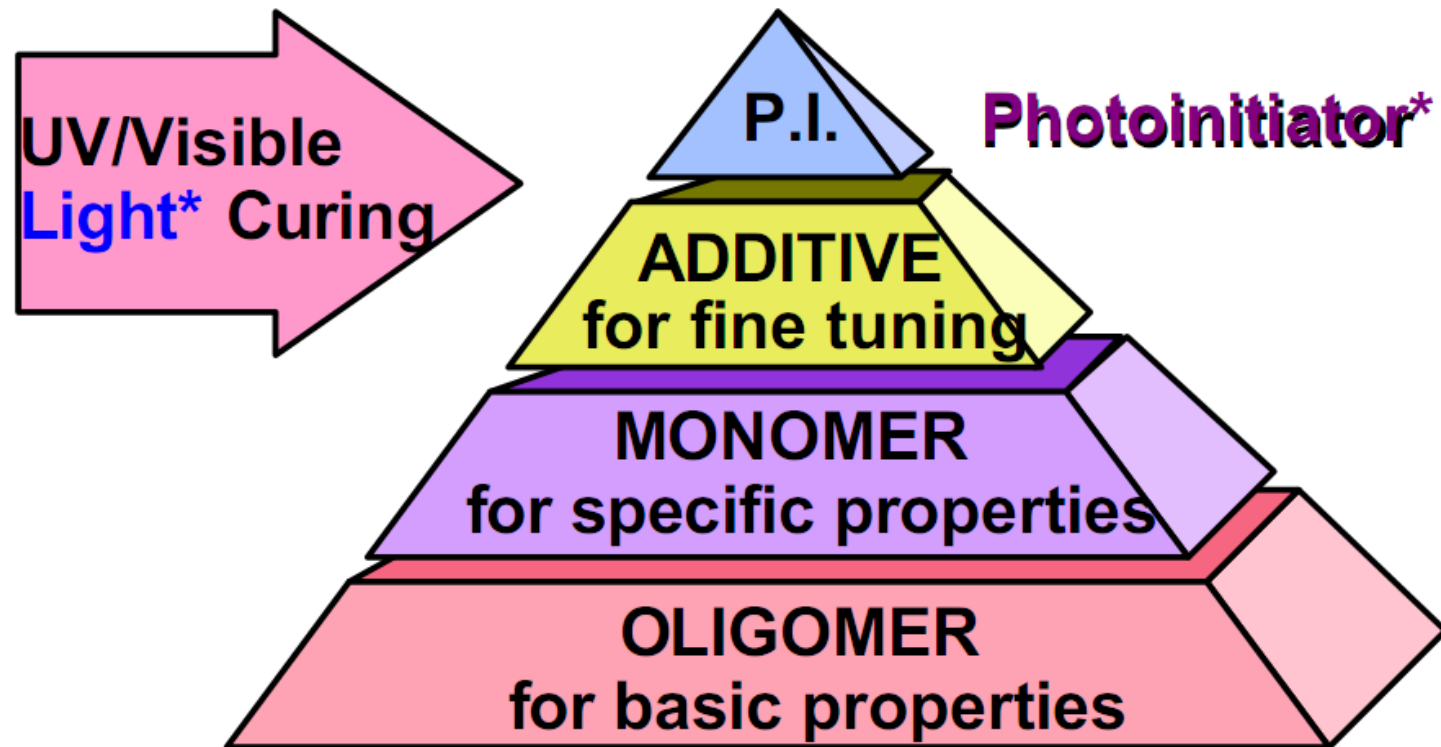
Substrate	Product	Chemical Name
Polycarbonate	SR9209	Alkoxylated Difunctional Acrylate
Polycarbonate	SR339	2-Phenoxyethyl Acrylate
Polycarbonate	SR285	Tetrahydrofurfuryl Acrylate
Polycarbonate	SR256	2(2 Ethoxyethoxy)ethyl Acrylate
Polycarbonate	SR238	1,6 Hexanediol Diacrylate
Polycarbonate	SR344	Polyethylene glycol (400) Diacrylate
Polyvinylchloride	SR285	Tetrahydrofurfuryl Acrylate
Polyvinylchloride	SR238	1,6 Hexanediol Diacrylate
PET	SR285	Tetrahydrofurfuryl Acrylate
PET	SR256	2(2 Ethoxyethoxy)ethyl Acrylate
PET	SR238	1,6 Hexanediol Diacrylate
Polystyrene	SR256	2(2 Ethoxyethoxy)ethyl Acrylate
Polystyrene	SR339	2-Phenoxyethyl Acrylate
Polystyrene	SR285	Tetrahydrofurfuryl Acrylate
Polystyrene	SR9003	Propoxylated Neopentyl Glycol Diacrylate
Polystyrene	SR335	Lauryl Acrylate
Polystyrene	SR238	1,6 Hexanediol Diacrylate
Polystyrene	SR395	Isodecyl Acrylate
Polystyrene	SR489	Tridecyl Acrylate
Polystyrene	SR506	Isobornyl Acrylate
Polystyrene	SR306	Tripropylene Glycol Diacrylate

דבקי UV – דוגמה להרכב טיפוסי של דבק לפוליקרבונאט

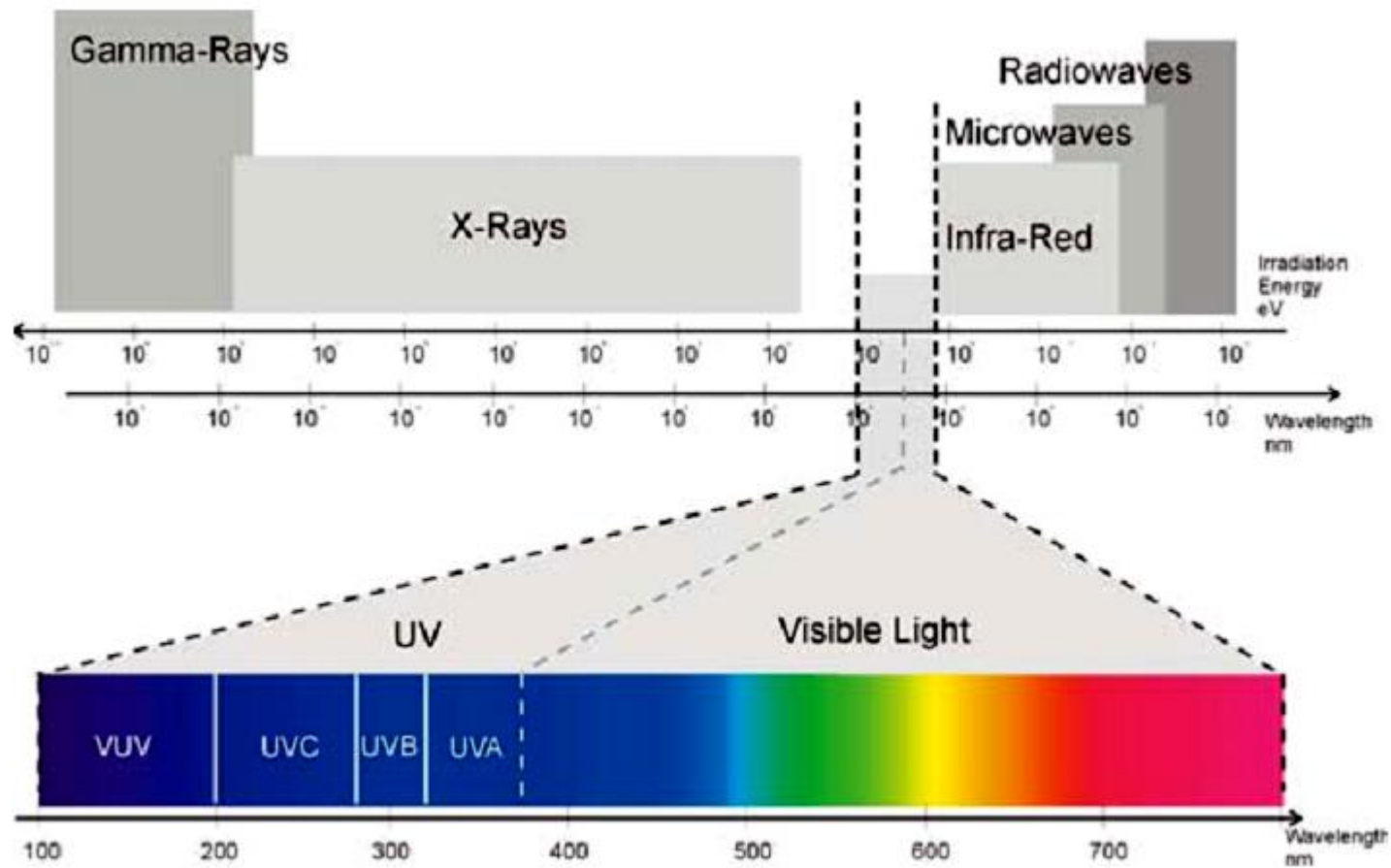
UV Curable Coating for Polycarbonate

SR368	Tris (2-Hydroxyethyl) Isocyanurate Triacrylate	28.7
CN965	Urethane Acrylate	14.3
SR238	1,6 Hexanediol Diacrylate	21.6
SR295	Pentaerythritol Tetraacrylate	19.1
SR285	Tetrahydrofurfuryl Acrylate	9.6
Darocure 1173 ¹		3.8
Irgacure 184 ¹		1
Byk 306 ²		1.9

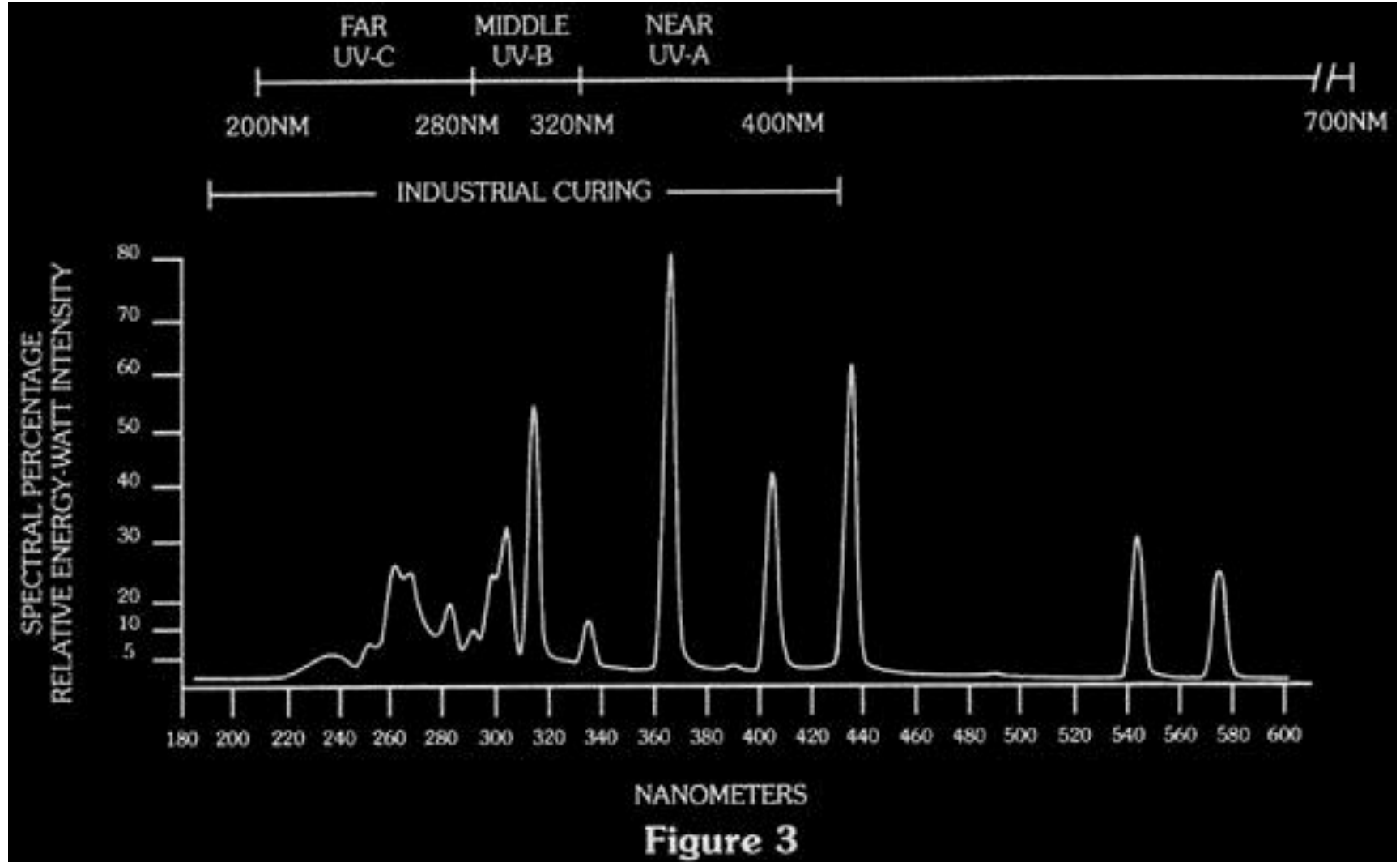
דבקי UV – מרכיבים טיפוסיים



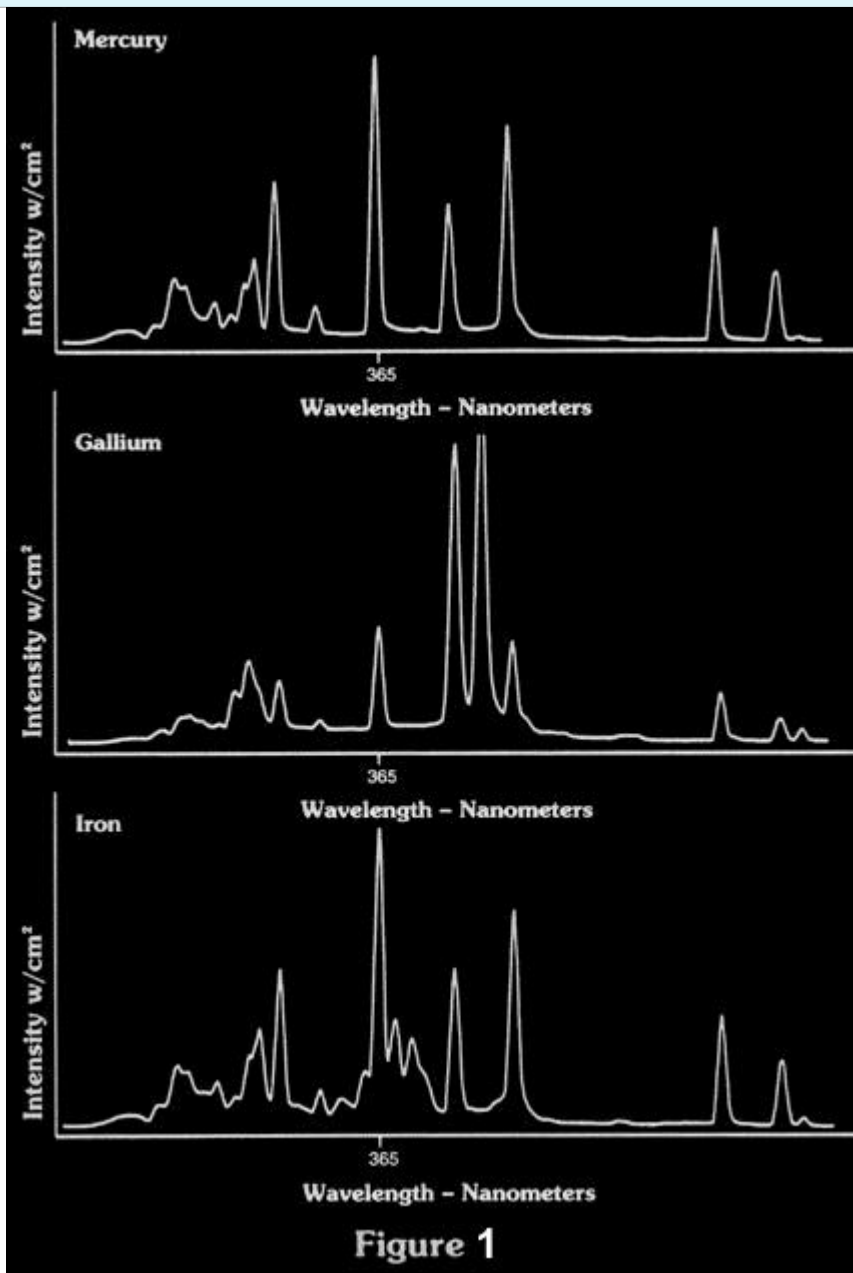
דבקי UV - ספקטרום הפעולה



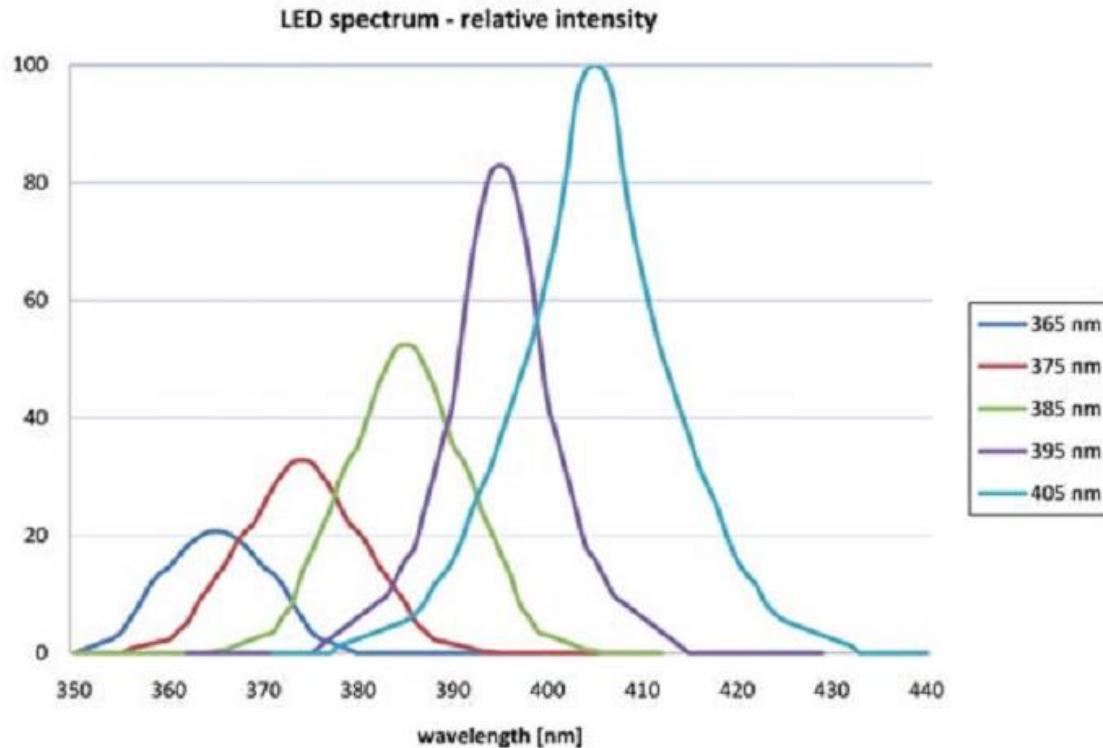
דבקי UV – ספקטרום הפעולה



דבקי UV -
מנורות עבור
מצעים שונים



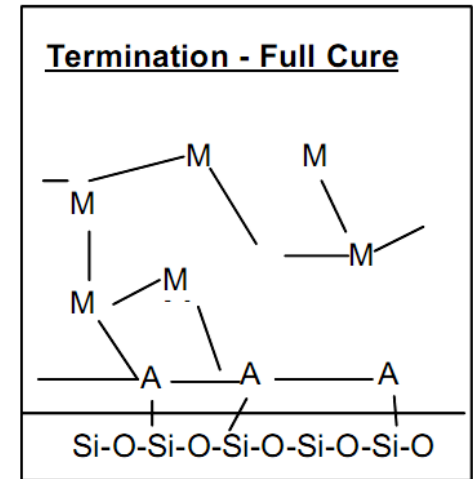
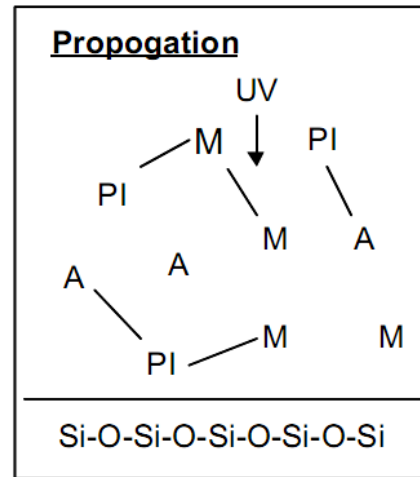
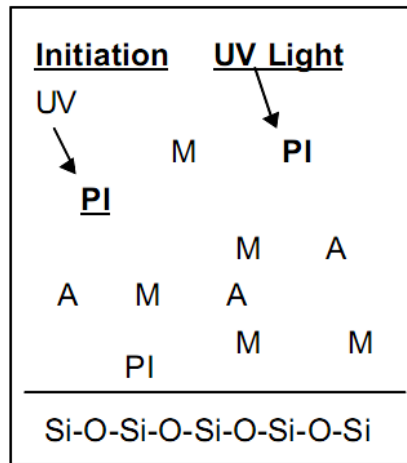
דבקי UV – LED



LEDs are characterized by a very long life cycle. Typical application fields for LED curing are in the bonding, potting and digital printing industries.

דבקי UV – שלבי הפילמור

Figure 5: Polymerization and adhesion to glass surface



M = Monomer, A = Adhesion Promoter, PI = Photoinitiator

דבקי UV – קצב פילמור תחת מקורות אור שונים

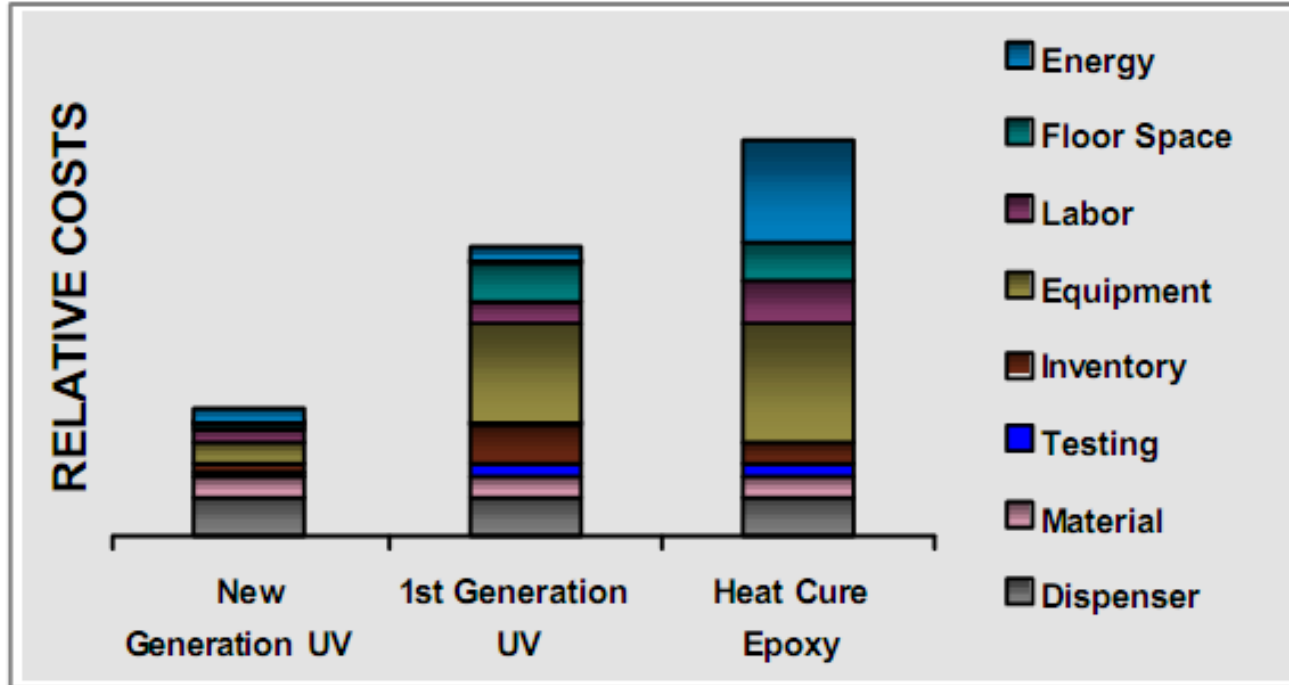
Chart I

Cure Rates of Light Curing Adhesive & Coating With A Range Of UV Curing Lamps

Lamp/Type	Moderate Intensity UV Flood	Higher Intensity UV Flood	High Intensity UV Spot	Very High Intensity UV Spot		Conveyorized Beam 2 x 1200-EC High Intensity	Conveyorized Electrodeless Lamps
Spectral Output of Lamps (nanometers)	300-500	200-500	200-500	200-500		200-500	200-500
Nominal Intensity (mW/cm²)	20-60	175-225	1000-2000	1800-5000		225-275	1700 - 2000
Typical Adhesive Cure Rate							
(UV/Visible Cure Adhesive)							
Between Surface Cures (Glass)	1-4 sec	1-3 sec	<1-2 sec	≤ 1 sec		3-5 feet/min	5-20 feet/min
On Surface Cures*	40-240 sec	10-40 sec	2-10 sec	1-5 sec		1-3 feet/min	3-10 feet/min
(UV Cure Adhesive)							
Between Surface Cures (Glass)	2-6 sec	1-4 sec	1-3 sec	≤ 2 sec		2-4 feet/min	5-15 feet/min
On Surface Cures	30-600 sec	20-50 sec	3-5 sec	1-3 sec		1-2 feet/min	1-10 feet/min

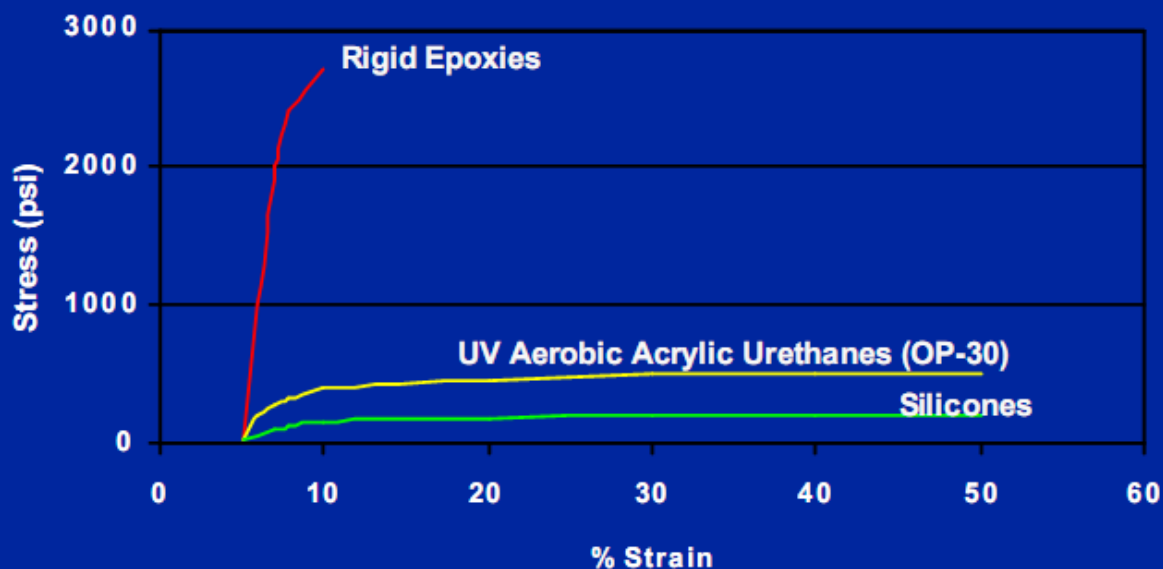
דבקי UV – היבטים כלכליים

Relative Manufacturing Costs of Three Production Methods



דבקי UV - פתרון לחמרים בעלי מקדמי התפשטות שונים

Stress Strain Relationships

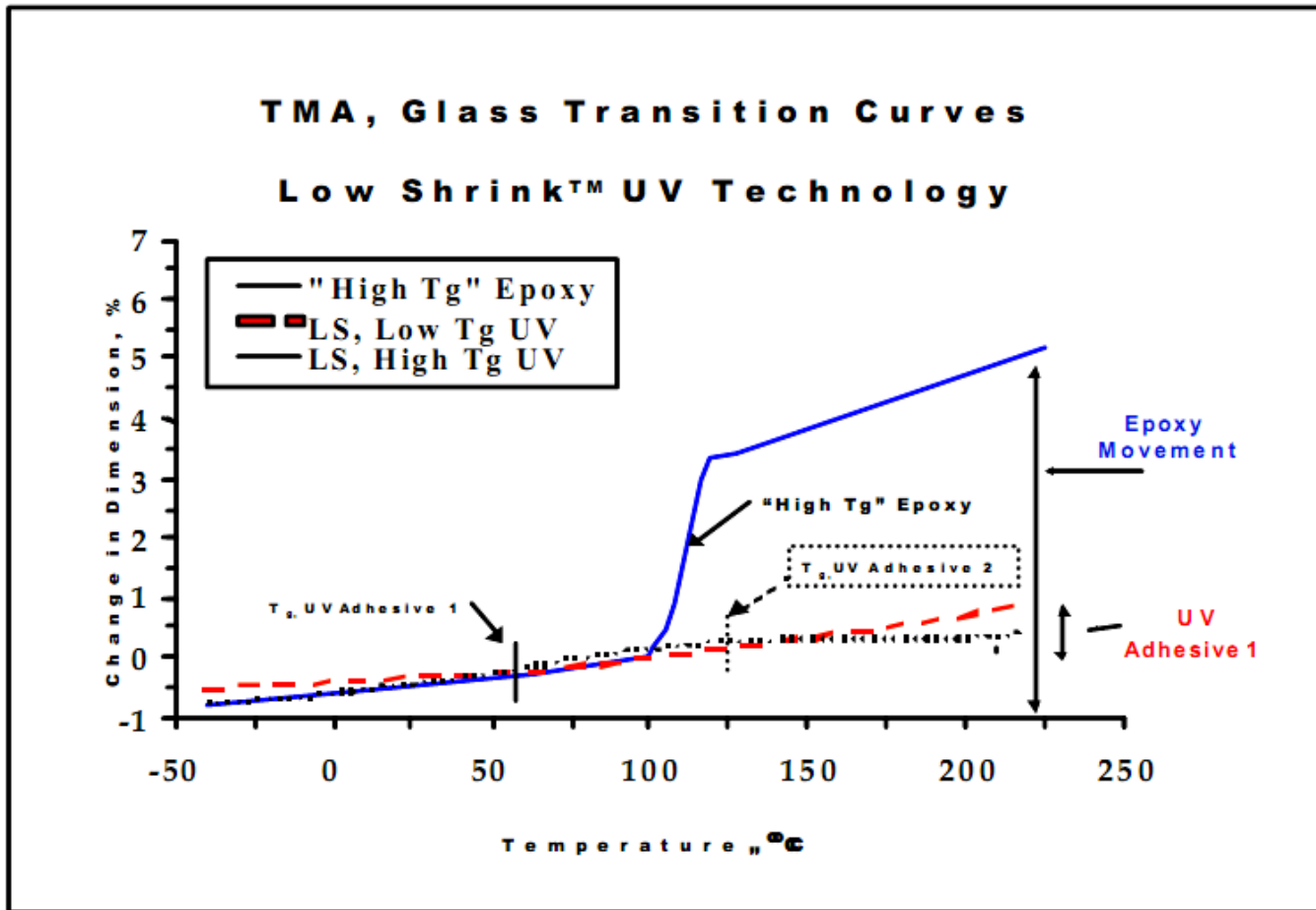


דבקי UV - פתרון לחמרים בעלי מקדמי התפשטות שונים

Glass to glass adhesive properties

Property	Commercial Optical Epoxy	Commercial "General Purpose" Optical UV Acrylic	Commercial "Low Stress" Optical UV Acrylic
α_{adh}	$80 \times 10^{-6} \text{ in/in/}^{\circ}\text{C}$	$200 \times 10^{-6} \text{ in/in/}^{\circ}\text{C}$	$200 \times 10^{-6} \text{ in/in/}^{\circ}\text{C}$
a_{sub}	$2.8 \times 10^{-6} \text{ in/in/}^{\circ}\text{C}$	same	same
ΔT	-40 to 125 $^{\circ}\text{C}$	same	Same
E_{avg}	550,000	35,000	3,000
$\sigma_{T \text{ calc.}}$	7,000 psi	1,100 psi	100 psi

דבקי UV – פתרון לחמרים בעלי מקדמי התפשטות שונים ולהדבקות מדויקות





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>