



חומרים מרוכבים ושרפי פוליאסטר על קצה המזלג

מהו חומר מרוכב

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

משחר ההיסטוריה הכיר האדם את החומרים המרוכבים, והבין שבצרוף 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 ולא משי ספוגים בשרף טבעי לבניית קשתות מלחמה שהצטיינו בחוזק וגמישות - בזכותם נצחו במלחמות.

שרפי פוליאסטר הם השרפים הוותיקים והנפוצים ביותר בתעשיית החומרים המרוכבים. מקובל לחלק את שרפי הפוליאסטר לשני סוגים עיקריים:

1. שרפי פוליאסטר משוריינים (reinforced polyester resin) או פיברגלס (fiberglass) - שרף הפוליאסטר 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 רוויים?

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

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

שרפי פוליאסטר מיוצרים בתגובה כימית של:

1. חומצה אורגנית רוויה (saturated dicarboxylic acid)
2. חומצה אורגנית בלתי רוויה (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 רוויה שבשרף הבסיסי ונקבל שרף פוליאסטר מוקשה (cured polyester resin) - זהו החומר התרמוסטי.

ייצור שרפי הפוליאסטר מאופיין במרכיבי השרף: חומרי הגלם, החומצות והגליקולים. שרף כללי בנוי מהחומצה הרוויה פתאליק (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).



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.

התכונות של השרף הנוזלי

צבע ומראה:

ויזואלי וגם באפא

צמיגות (viscosity)

מהי הצמיגות של השרף ביחידות סנטיפואז (c.p)

ריאקטיביות (reactivity):

- זמן ג'לציה (gel-time) - הזמן הנמדד מהוספת המקשה לתערובת הפוליאסטר והמאיץ ועד לנקודת הג'ל. נמדד בדקות. לדוגמה: בשרף עם זמן ג'לציה עשר דקות, יש לכל היותר עשר דקות לעבודה ולעיצוב השרף לפני הקשיה.
- זמן הקשיה (curing time) - הזמן הנמדד מרגע הוספת המקשה לתערובת השרף והמאיץ ועד להגעת השרף לטמפרטורה המקסימלית. נמדד בדקות. למעשה יש פה 2 זמנים: זמן ג'לציה - 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 הקשיה, מושפעת בדרך כלל מהרכב השרף.
- לטמפרטורה זו משמעות רבה, למשל, בבניית ג'קוזי, בבנייה בתבניות סגורות, בלמינטים עבים ובפולטרוזיה.

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/לס²מ.

חוזק למתיחה (tensile strength):

מידת המתיחה בה היציקה מגיעה לנקודת שבירה בקריעה. נמדד בק"ג/לס²מ.

אחוז התארכות בשבירה (elongation at break):

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