

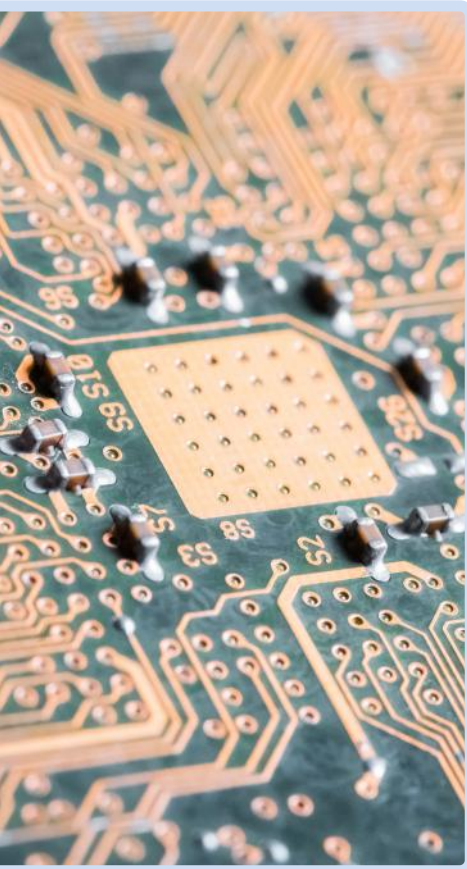
# POLIMERIZZAZIONE UV - CONSIGLI E RISOLUZIONE PROBLEMI

## WHAT

Suggerimenti per la polimerizzazione UV

## WHY

Gli adesivi a polimerizzazione UV offrono un modo conveniente di per polimerizzare rapidamente un prodotto in applicazioni specifiche



Gli adesivi a polimerizzazione UV possono polimerizzare rapidamente un prodotto in applicazioni specifiche. Questi tipi di prodotti chimici offrono due meccanismi di polimerizzazione fondamentalmente diversi, cationico o a radicali liberi, con parametri di polimerizzazione e proprietà finali variabili.

## Sistemi UV cationici

Per i prodotti cationici a polimerizzazione UV, la polimerizzazione ionica è avviata da ioni fotogenerati e la polimerizzazione avviene in pochi minuti anziché in pochi secondi. Molti di questi prodotti sono in grado di polimerizzare sia termicamente che con i raggi UV, e sono detti anche sistemi a doppia polimerizzazione. In generale, questi sistemi presentano i vantaggi di una minore shrinkage e di una maggiore adesione rispetto ai sistemi polimerizzati con radicali liberi e non sono influenzati negativamente da un ambiente di polimerizzazione ricco di ossigeno. Tuttavia, presentano alcune caratteristiche che è importante sottolineare:

- 01 **VELOCITÀ DI POLIMERIZZAZIONE:** la polimerizzazione completa dei sistemi cationici dipende molto dallo spessore. Più spesso è lo strato, più lungo sarà il tempo di polimerizzazione richiesto. Il riscaldamento del materiale prima della polimerizzazione o la polimerizzazione in condizioni di calore (comprese le lampade che generano grandi quantità di calore durante la polimerizzazione) possono aumentare la velocità di polimerizzazione aumentando la mobilità delle molecole.
- 02 **SKIN-OVER:** può essere necessario ridurre l'intensità della lampada e aumentare il tempo di polimerizzazione degli strati spessi. Se la superficie di uno strato spesso è sottoposta a un'irradiazione ad alta intensità, si formerà rapidamente un'alta densità di reticoli, creando una pelle dura o una barriera che impedisce all'irradiazione successiva di passare agli strati più profondi della bond line. Nota: allontanare la lampada dal pezzo è una buona opzione per ridurre l'intensità UV se la lampada non ha un'intensità regolabile.
- 03 **SENSIBILITÀ ALL'UMIDITÀ:** i fotoiniziatori dei sistemi cationici sono acidi. Di conseguenza, sia l'umidità che le basi possono neutralizzarli. Si sconsiglia di polimerizzare i sistemi cationici in ambienti umidi (>70%RH). In alcuni casi, una maggiore energia di irradiazione o una temperatura più elevata possono superare gli effetti dell'umidità. Una nota interessante è che piccole quantità di umidità (30-60%) possono effettivamente aumentare la velocità di polimerizzazione.

- 04 PROPRIETÀ MECCANICHE:** Le proprietà meccaniche finali dei sistemi a polimerizzazione cationica sono generalmente molto buone. Tuttavia, a causa della lentezza del meccanismo di polimerizzazione cationica, questi sistemi continueranno a reticolare anche molto tempo dopo la rimozione e il completamento dell'irradiazione UV. In genere, attendere 24 ore dopo la polimerizzazione per misurare le proprietà meccaniche complete dei sistemi cationici è una buona regola.
- 05 POST-POLIMERIZZAZIONE:** Una post-polimerizzazione termica spesso accorcia il tempo necessario a un sistema cationico per raggiungere il pieno grado di conversione di polimerizzazione e spesso può migliorare le proprietà meccaniche e fisiche del materiale. Inoltre, il post-curing termico può essere utilizzato per polimerizzare aree del materiale che non sono state esposte all'irradiazione UV durante la lavorazione (zone d'ombra, ecc.).
- 06 STRESS:** I sistemi cationici presentano generalmente un minor shrinkage e uno stress inferiore rispetto ai sistemi a radicali liberi. La polimerizzazione a intensità inferiori può ridurre ulteriormente il ritiro e lo stress.

## Sistemi UV a radicali liberi

I sistemi di polimerizzazione a radicali liberi sono noti soprattutto per la loro rapidità di polimerizzazione - secondi anziché minuti. Ciò è reso possibile dal meccanismo di polimerizzazione a catena innescato dalla decomposizione del fotoiniziatore in radicali liberi al momento dell'esposizione alla luce UV. Ecco alcune caratteristiche che vale la pena sottolineare:

- 01 VELOCITÀ DI POLIMERIZZAZIONE:** grazie alla velocità di polimerizzazione molto elevata, i sistemi di polimerizzazione a radicali liberi raggiungono in genere il grado di conversione/reticolazione completa molto presto dopo il completamento dell'irraggiamento UV. Normalmente non è necessario attendere il riposo del materiale dopo la polimerizzazione prima di testare le proprietà meccaniche, come avviene con i sistemi di polimerizzazione cationica.
- 02 INIBIZIONE DELL'OSSIGENO:** la principale insidia dei sistemi di polimerizzazione a radicali liberi è l'inibizione dell'ossigeno. La presenza di ossigeno nell'ambiente di polimerizzazione può infatti smorzare sia i radicali fotoiniziatori attivati sia le catene in crescita. Ciò può portare a segmenti di catena corti, con conseguente formazione di strati superficiali appiccicosi e scarse proprietà meccaniche e fisiche. Gli incollaggi sono meno soggetti all'inibizione dell'ossigeno rispetto ai rivestimenti, in quanto i substrati su entrambi i lati di un sandwich adesivo agiscono per isolare l'adesivo dall'ossigeno presente nell'atmosfera. Anche le velocità di polimerizzazione più elevate possono ridurre l'impatto dell'inibizione da ossigeno, poiché la formazione più rapida delle catene consente alla polimerizzazione di completarsi più velocemente di quanto possa agire lo smorzamento. Infine, la polimerizzazione in un ambiente ricco di azoto può contribuire a eliminare l'inibizione da ossigeno nei casi più persistenti.
- 03 POST POLIMERIZZAZIONE:** una post polimerizzazione termica non danneggia i sistemi a radicali liberi, ma non li avvantaggia nemmeno. Il meccanismo dei radicali liberi non può essere innescato dal calore. Di conseguenza, l'indurimento idi zone in ombra non è possibile con i materiali a radicali liberi.

