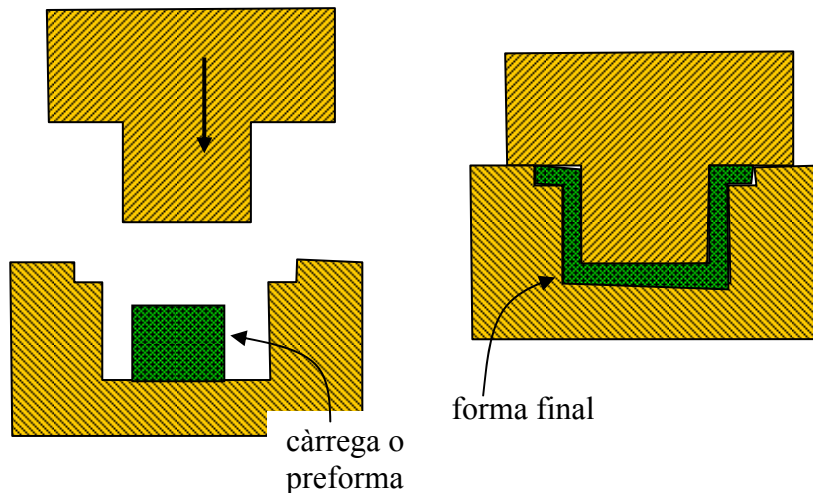


18. TÈCNiques DE CONFORMACIÓ DE TERMOESTABLES

En aquest tema explicarem de manera principalment gràfica les tècniques de conformació de termoestables més utilitzades. Ens adonarem que, ateses les característiques dels termoestables, les tècniques emprades són, en general, molt diferents de les dels termoplàstics.

Emmotllament per compressió

El podem entendre a partir de la figura, en la qual es veu com el material flueix dins la cavitat del motlle per efecte de la pressió de la meitat superior.

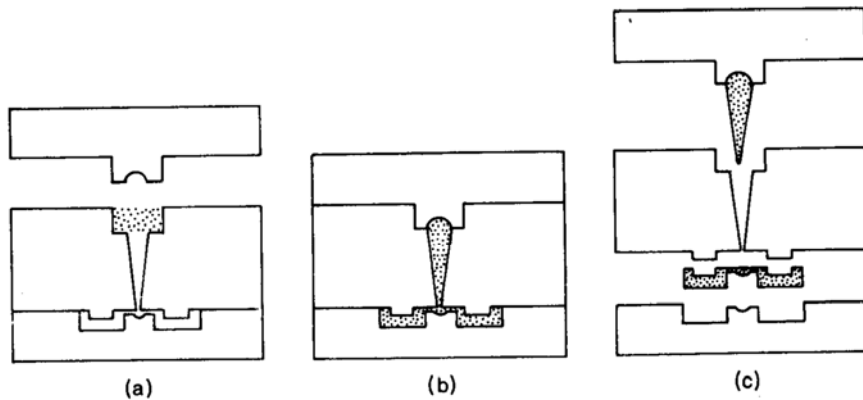


Per tal d'activar la reticulació, el procés es fa a pressió i temperatura elevades. Tot i que la reticulació ja comença durant la deformació, al final d'aquesta el grau de reticulació és encara baix. La reticulació es completa un cop el material ja ha fluït i es manté dins la cavitat. Malgrat que la reacció genera calor, es pot considerar que el procés és pràcticament isotèrmic (a temperatura constant), ja que el motlle metàl·lic dissipa ràpidament la calor.

De l'esquema queda clar que és una tècnica destinada a fabricar peces de geometria simple amb termoestables de viscositat molt elevada, com són els d'urea, de melamina i fenol-formaldeid molt carregats.

Emmotllament per transferència

El material fluid s'impulsa cap a les cavitats a través de canals d'alimentació, tal com passa en la injecció de termoplàstics. En el cas dels termoestables, la càrrega s'introdueix en un dipòsit i s'impulsa amb un pistó hidràulic (vegeu la figura).



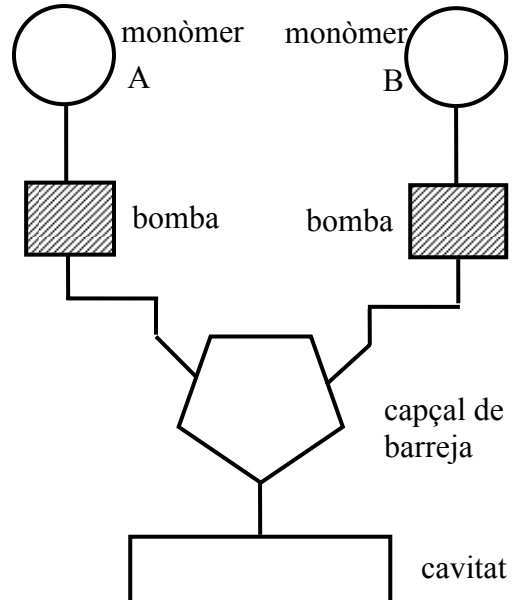
Emmotllament per transferència: a) s'insereix un tros de compost, b) es tanca la premsa i el compost flueix a les cavitats del motlle a través d'abeuradors, c) s'obre el conjunt de tres plaques, la peça es treu des de la part inferior, l'espiga es treu per la part superior.

Tal com passa amb l'emmotllament per compressió, la durada del cicle depèn sobretot del temps de reticulació. Aquest temps disminueix si la pols s'ha escalfat prèviament. Un cop reticulat, el motlle es pot obrir sense necessitat de refredar. D'altra banda, podem esmentar algunes diferències significatives respecte de l'emmotllament per compressió:

- Es pot fabricar més d'una peça alhora.
- Les peces són més fines.
- Es perd material als canals d'alimentació (no reciclable).
- Els motlles són molt més cars.

Emmotllament per injecció reactiu (RIM)

Podem entendre aquesta tècnica a partir de la figura, en la qual queda clar que els dos monòmers que reaccionaran es bomben per canals diferents fins al capçal de barreja. S'utilitza per a aquells termoestables en els quals els monòmers reaccionen en barrejar-los (per exemple, PUR i epoxis com l'Araldit™). Els monòmers (líquids) s'injecten a pressió a velocitats elevades al capçal de barreja. El règim és turbulent per tal d'afavorir la barreja. Un cop al capçal, la mescla reacciona i s'escalfa. Amb la calor despresada, disminueix la viscositat. En aquest moment s'ha d'injectar a la cavitat abans no s'arribi a la *gelificació*.



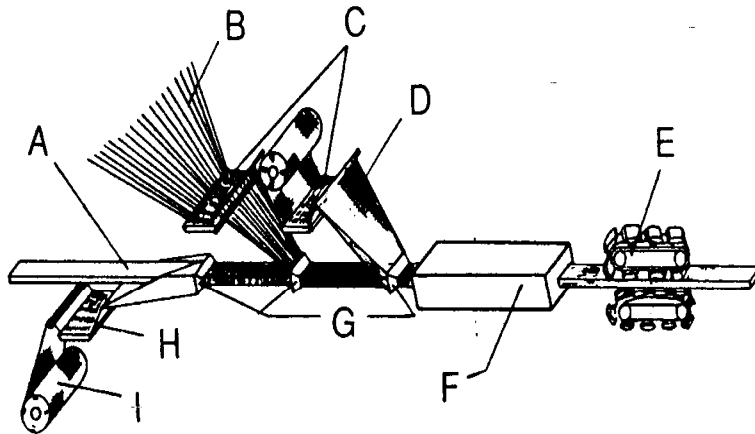
Atesa la semblança amb la injecció de termoplàstics, comentarem alguns aspectes que ens poden ajudar a entendre millor aquesta tècnica:

- a) És una tècnica quasi contínua molt automatitzada.

- b) L'emplenament de la cavitat es pot fer a pressions més baixes que en la injecció de termoplàstics, ja que la viscositat sol ser molt més baixa.
- c) La contracció resultant de la reticulació genera porus. Dificilment s'obtenen peces compactes. Aquesta contracció no es pot compensar amb una pressió posterior com es feia amb els termoplàstics, ja que els termoestables són incompressibles.
- d) Com que el procés de barreja és ràpid, la reacció es dona en condicions quasiadiabàtiques, cosa que comporta un gran increment de la temperatura.

Pultrusió

És una tècnica que permet obtenir perfils allargats de plàstic reforçat amb fibres llargues (de carboni, de vidre...). Les fibres s'impregnen amb la resina termoestable abans d'entrar al dau (dau F de la figura), que conferirà la forma al perfil. El dau es manté a la temperatura adequada per la reticulació.



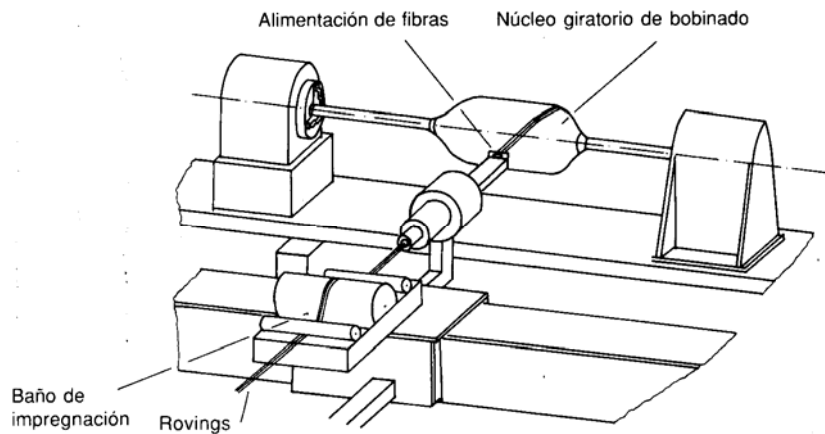
Esquema del procés de pultrusió de perfils buits reforçats amb fibres: A) nucli d'acer, B) fibres, C) resina, D) mat de fibres, E) tractor, F) forn, G) dau formador, H) mat de fibra, I) rull de mat

És essencial assegurar una bona qualitat de la interfície matriu-fibra, per això s'utilitzen agents d'acoblament sobre la superfície de les fibres, per tal de millorar l'adherència. El procés d'impregnació amb l'agent d'acoblament s'anomena *ensimatge*. També s'han de minimitzar les bombolles, ja que disminueixen la resistència.

Com a materials s'utilitzen els típics dels composts de matriu polimèrica (epoxis i UPE – polièsters insaturats). L'ús de termoplàstics és més problemàtic, ja que la viscositat és molt més elevada, la qual cosa dificulta l'eliminació de l'aire atrapat. Tot i això, es fabriquen per pultrusió alguns productes amb aquests materials.

Enrotllament (*filament winding*)

És semblant a la pultrusió en el fet que s'impregnen fibres llargues amb resina termoestable. En aquest cas els filaments s'enrotllen al voltant d'un nucli per tal d'obtenir recipients buits (vegeu la figura). Les fibres s'orienten en les direccions adequades per tal de respondre correctament a les càrregues esperades. Es tracta d'una tècnica molt automatitzada en la qual sovint s'utilitzen braços robot per controlar amb precisió la disposició de les fibres.



Emmotllament manual i projecció simultània en motlle obert

La fabricació de grans estructures, com ara bucs d'embarcacions, se sol fer pel dipòsit de capes de termoestable reforçat amb diversos tipus de fibres (teixides, curtes, mat...). És un procés laboriós molt manual (vegeu la figura). El dipòsit de capes amb fibres curtes es pot facilitar amb l'ús d'una màquina que projecta simultàniament sobre la superfície fibres curtes i la resina.

