

نقش زنجیر افزاینده (Chain Extender) در فوم پلی‌یورتان

مقدمه

یکی از مواد افزودنی مهم در طراحی فرمول فوم پلی‌یورتان، استفاده از زنجیر افزاینده یا همان Chain Extender است. پلی‌یورتان‌ها دارای دو بخش سخت و نرم هستند. ایزوسیانات و زنجیر افزاینده، بخش سخت پلی‌یورتان را تشکیل می‌دهند، در حالی که پلی‌ال پلی‌استر یا پلی‌ال پلی‌اتر بخش نرم پلی‌یورتان را تشکیل می‌دهد.

بخش سخت سبب افزایش استحکام و خاصیت Rigidty می‌شود و بخش نرم، حالت ویسکوالاستیک فوم را ایجاد می‌کند. بنابراین، با تعدیل بخش نرم و بخش سخت می‌توان خواص متفاوتی در فوم پلی‌یورتان ایجاد کرد.

در این مقاله به بررسی نقش زنجیر افزاینده در فوم پلی‌یورتان به‌عنوان بخشی از قسمت سخت پرداخته می‌شود. زنجیر افزاینده‌ها دارای وزن مولکولی کم هستند و می‌توانند در دو نوع الکلی یا آمینی با ایزوسیانات واکنش دهند و سبب افزایش طول بخش سخت یورتانی شوند.

اگر از زنجیر افزاینده الکلی استفاده شود، قسمت‌های سخت یورتانی ایجاد می‌شوند؛ اما با استفاده از زنجیر افزاینده نوع آمینی، قسمت‌های سخت اوره تشکیل می‌شوند.

نقش و انواع زنجیر افزاینده در فوم پلی‌یورتان

از مهم‌ترین و پرکاربردترین زنجیر افزاینده‌های پایه الکلی می‌توان به MEG و DEG اشاره کرد. زنجیر افزاینده‌های پایه آمینی نیز شامل DEA و TEA هستند.

اگر زنجیر افزاینده خیلی سریع واکنش نشان دهد، ممکن است فوم قبل از پر شدن قالب یا پیش از رسیدن به بیشترین حجم خود ژل شود. اگر زنجیر افزاینده خیلی کند باشد، زمان لازم برای واکنش فوم پلی‌یورتان افزایش می‌یابد.

واکنش‌پذیری زنجیر افزاینده باید برای استفاده با سایر اجزای فرمول پلی‌یورتان مناسب باشد تا بتوان به زمان‌های واکنش مطلوب دست یافت. در عین حال، زنجیر افزاینده باید همراه با سایر اجزای مخلوط واکنش عمل کند تا فوم پلی‌یورتان با خواص فیزیکی مورد نظر تولید شود.

تأثیر اتیلن گلیکول بر خواص فوم پلی‌یورتان

مونو اتیلن گلیکول به‌عنوان زنجیر افزاینده در فوم‌های پلی‌یورتان به کار می‌رود و سبب اتصال بیشتر بین فاز سخت و نرم و افزایش استحکام می‌شود. طبق مطالعات انجام‌شده از سوی Zou و همکاران، افزایش آن سبب افزایش مقاومت سایشی، افزایش هاردنس و کاهش دانسیته شده است.

زمانی که سرعت واکنش ژل شدن کمتر از واکنش پف‌زایی باشد، دیواره سلولی دارای استحکام کمتری است و شکست سلول در نواحی بزرگتری اتفاق می‌افتد. افزودن اتیلن گلیکول نقش مثبتی در فرایند تهیه فوم ایفا می‌کند.

به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل نوع اول روی اتیلن گلیکول و افزایش مقدار ایزوسیانات، واکنش ژل شدن سریع‌تر می‌شود.

تأثیر زنجیر افزاینده بر زمان واکنش و فرایند Demould

زمان عدم چسبندگی یا همان Tack Free Time فوم پلی‌یورتان، اثر مهمی بر فرایند Demould دارد. افزودن اتیلن گلیکول سبب کاهش زمان TFT می‌شود که دلیل آن به افزایش مقدار ایزوسیانات و واکنش‌پذیری بیشتر گروه هیدروکسیل نوع اول برمی‌گردد.

همچنین اتیلن گلیکول به واکنش و تشکیل کراس‌لینک سرعت می‌بخشد. وزن مولکولی کم اتیلن گلیکول و ویسکوزیته پایین آن سبب نفوذ و اختلاط بهتر در حالت فوم شدن می‌شود و باعث می‌شود گروه‌های هیدروکسیل در واکنش ژل شدن شرکت کنند.

افزایش اتیلن گلیکول سبب افزایش سرعت واکنش ژل و کاهش زمان چسبندگی خواهد شد. همچنین افزایش رهایش گرما به دلیل واکنش گرمای اتیلن گلیکول و ایزوسیانات، سبب کاهش زمان چسبندگی می‌شود.

تأثیر زنجیر افزاینده بر ساختار سلولی فوم پلی‌یورتان

زمانی که واکنش ژل شدن تسریع یابد و استحکام دیواره سلولی با افزایش قسمت‌های سخت یورتانی (Hard Segment Urethane) حاصل شود، حباب‌ها پیش از تخریب، سریع‌تر رشد می‌کنند.

ویسکوزیته بر مورفولوژی سلول و اندازه سلول اثرگذار است. افزودن اتیلن گلیکول سبب کاهش ویسکوزیته اولیه و ایجاد حباب‌های هموزن تر می‌شود و مانع از انبساط حباب در مراحل اولیه تشکیل فوم می‌شود که سبب ایجاد حباب‌های بزرگ‌تر خواهد شد.

نتیجه‌گیری

نوع و مقدار زنجیر افزاینده در فوم پلی‌یورتان از نظر خواص مکانیکی و فرایندپذیری فوم حائز اهمیت است. استفاده از زنجیر افزاینده پایه الکلی نظیر EG، به دلیل وجود هیدروکسیل نوع اول، واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

کاهش ویسکوزیته سبب افزایش نفوذ می‌شود. افزایش عدد هیدروکسیل در کل ماتریس نیز سبب افزایش مقدار ایزوسیانات خواهد شد. زنجیر افزاینده در قسمت‌های سخت فوم پلی‌یورتان حضور دارد و سبب افزایش استحکام دیواره سلولی می‌شود. همچنین واکنش Exotherm افزایش می‌یابد و در نتیجه می‌تواند به کاهش زمان Demould کمک کند.