

استفاده از ۳و۳-بیس (۴-هیدروکسی فنیل) پنتان در تهیه عایق الکتریکی

اسماعیل سلیمانی*

* دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شاهرود

e.soleimani@shahroodut.ac.ir

چکیده

یک نوع پلیمر تهیه شده از مخلوط اپوکسی رزین و میکا برای مقاصد عایق الکتریکی تهیه شده است. هنگامی که اپوکسی رزین با پودر میکا مخلوط شود و بعد به آن عامل ترمیم کننده مناسب اضافه شود تا در دمای معین ذوب گردد؛ به دنبال آن مخلوط همگن خمیری ماندنی به دست می آید که آن را می توان به صورت فیلم های نازک قالب گیری کرد. این فیلم های نازک خاصیت عایق کنندگی دارند و دوام عایقی آن ها تا ۲۰ کیلو ولت هم می رسد.

واژگان کلیدی: اپوکسی رزین، عایق الکتریکی، عامل ترمیم کننده و میکا

مقدمه

اغلب عایق ها پلیمرهای آلی هستند که دارای پیوند کووالانسی می باشند [۱]. در مولکول های کووالانسی، الکترون های لایه ظرفیتی (بیرونی) به اشتراک گذاشته می شوند. با توجه به این که اغلب مولکول های کووالانسی ساختار بلوری منظمی ندارند، لذا الکترون ها به طور محکم بین هسته اتم ها به اشتراک گذاشته می شوند و این الکترون ها قادر نیستند در خارج مولکول حرکت کنند. با اعمال میدان الکتریکی بر روی آن ها جریان الکتریکی برقرار نمی گردد. در نتیجه پلیمرهای آلی می توانند عایق کننده های بسیار خوبی باشند. اما رطوبت و افزایش دما باعث نرم شدن پلیمرها و زیاد شدن هدایت آن ها می شود.

معمولاً بخش اعظم اپوکسی رزین های بکار گرفته در تهیه عایق ها از نوع بیس فنول A (دی فنیل آل پروپان) می باشد که در مجاورت اپی کلروهیدرین و در حضور باز تهیه می شود [۲]. در کار تحقیقاتی انجام گرفته ابتدا از ۳و۳-بیس

(۴-هیدروکسی فنیل)پنتان و اپی کلروهیدرین، اپوکسی رزین جدید تهیه شد و در مرحله بعد فتالئیک انیدرید به عنوان ترمیم کننده آن بکار گرفته شد.

بخش تجربی

تهیه اپوکسی رزین

در یک بالن سه دهانه یک لیتری مجهز به همزن مکانیکی، دماسنج و قیف دکانتور مخلوطی از یک مول ۳ و ۳- بیس (۴-هیدروکسی فنیل)پنتان، ده مول اپی کلروهیدرین و ۵ میلی لیتر آب اضافه می شود. سپس ۰/۶ مول سود جامد به آن اضافه کرده و مخلوط حاصل را ضمن بهم زدن در حمام آبی تا دمای 80° حرارت داده می شود. بعد بالن را ده دقیقه در ظرف آب- یخ قرار داده تا دمای واکنش یکدفعه زیاد نشود. مجدداً ۰/۶ مول سود جامد دیگر به آن اضافه کرده و مخلوط ضمن بهم زدن در حمام آبی تا دمای 95° حرارت داده می شود. مجدداً بالن را ده دقیقه در ظرف آب- یخ قرار داده به طوری که دمای واکنش بیش از 100° نشود. سرانجام ۰/۸ مول دیگر سود به آن اضافه کرده و مخلوط حاصل را در ظرف آب- یخ قرار داده تا گرمزایی واکنش فروکش کند؛ و دما به 70° برسد. سپس ۵۰ میلی لیتر بنزن اضافه کرده تا نمک موجود در آن رسوب کند. این نمک تحت خلاء صاف شده و با ۲۰ میلی لیتر دیگر بنزن شستشو داده می شود. در مرحله بعد حلال بنزن به کمک روتاری از مخلوط جدا می شود و مایع زرد رنگ با ویسکوزیته بالا به دست می آید که همان اپوکسی رزین است.

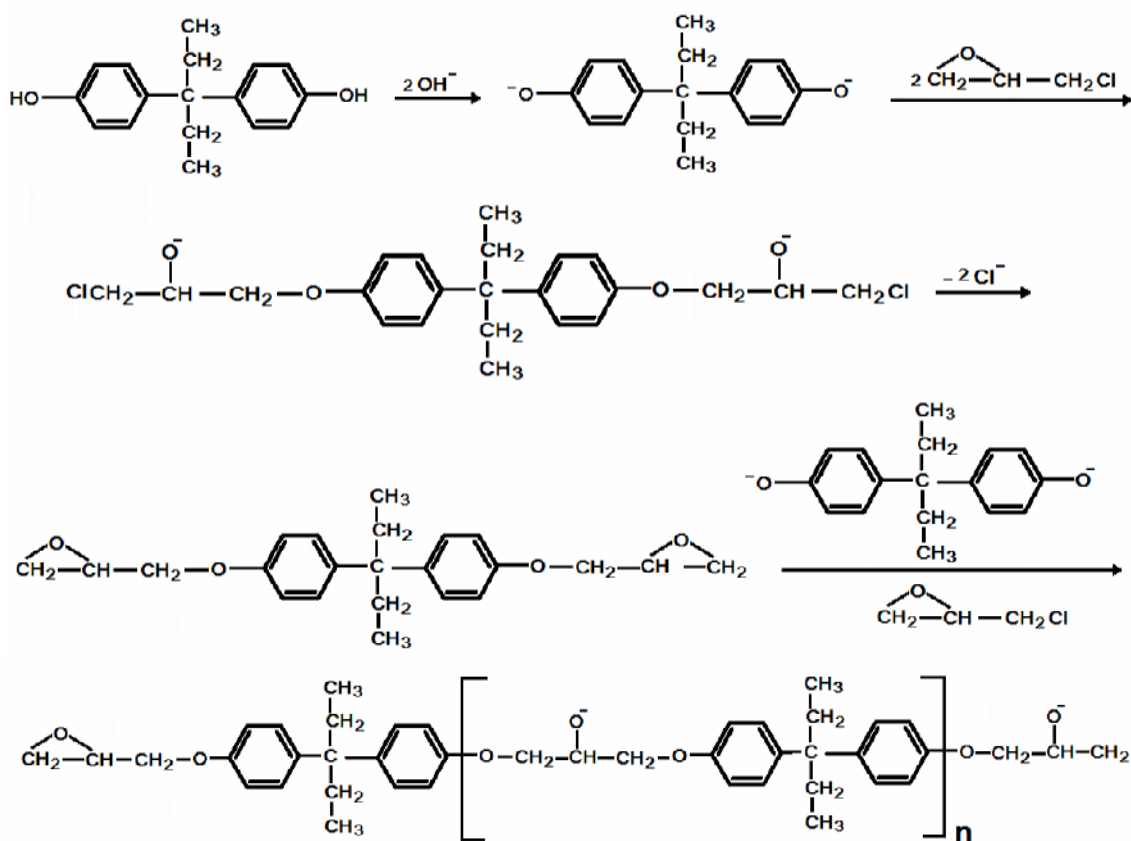
پخت رزین و تهیه فیلم عایق

مخلوط همگنی از اختلاط مقدار مشخصی اپوکسی رزین به دست آمده با مقدار معینی از عوامل ترمیم به ایجاد کرده و سپس آن را طی ۹۰ دقیقه در دمای 120° در اتوکلاو قرار داده می شود. بعد به آن پودر میکا اضافه می شود تا جایی که مخلوط از حالت مایع چسبناکی خارج شده و به حالت خمیری درآید. خمیر حاصل بر روی صفحه های زوررقی به کمک غلطک، به صورت نوار یا فیلمی نازک به ضخامت یک میلی متر تهیه می شود و سپس فیلم نازک در اتوکلاو با دمای 200° به مدت یک ساعت قرار می شود تا خشک گردد. سرانجام مقدار کمی سخت کننده بر روی آن مالیده می شود تا فیلم مناسب برای مقاصد عایق الکتریکی آماده گردد.

بحث و نتیجه گیری

متداول ترین راه تهیه اپوکسی رزین، تراکم یک ترکیب پلی هیدروکسیل در حضور باز است. این ترکیب معمولاً یک بیس فنول می باشد که در بیشتر موارد با اپی کلروهیدرین، محصول واسطه ای با وزن مولکولی پایین به وجود می آورد. این

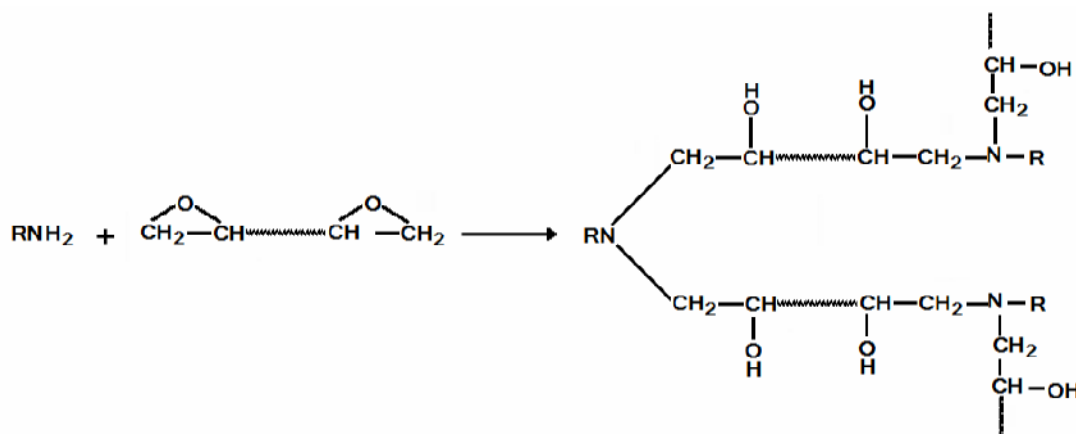
واسطه اساساً یک پلیمر خطی، دارای گروه‌های اپوکسیدی انتهایی و هیدروکسیل‌های آویزی است. در این واکنش، اپی-کلروهیدرین اضافی باعث می‌شود که انتهای زنجیرها به گروه‌های اپوکسی ختم شوند. اعتقاد بر این است که در یک عملیات چند مرحله‌ای، واکنش‌های زیر انجام می‌شوند:



براساس وزن مولکولی پلیمر، مایع چسبنده یا جامد شکننده با نقطه ذوب بالا به دست می‌آید. ترکیبات دیگری که شامل گروه هیدروکسیل باشند نظیر گلیکول، گلیسرول و هیدروکینون را نیز می‌توان به جای بیس فنول A بکار گرفت [۳]. هیچ اپوکسیدی مانند اپی‌کلروهیدرین از لحاظ قیمت و قابل دسترس بودن مناسب نیست. فعالیت اپوکسی رزین به حلقه سه عضوی شامل اکسیژن نسبت داده می‌شود که با عوامل ترمیم کننده واکنش تراکمی انجام می‌دهد و پلیمری با اتصال عرضی به وجود می‌آورد [۴]. مهمترین خواص برجسته این رزین‌ها چسبندگی عالی شان است که مربوط به دومین گروه هیدروکسیل در طول زنجیر می‌باشد [۵].

علاوه بر این، اپوکسی رزین‌های ترمیم شده دارای خواص الکتریکی و مکانیکی خوبی می‌باشند و از انسجام هندسی خوبی برخوردارند، و پایداری خوبی در برابر حملات شیمیایی و حرارتی دارند. این خواص عمدتاً از طبیعت آروماتیکی بیس فنول A ناشی می‌شود که به اتصال اتری بیس فنول A نسبت داده می‌شود [۶].

شبکه‌ای شدن نهایی که محصولی سخت، گدازناپذیر و انحلال ناپذیر تولید می‌کند، به روش‌های مختلفی انجام می‌شود. این روش‌ها شامل باز شدن حلقه‌های اپوکسیدی انتهایی و یا استری شدن هیدروکسیل‌های زنجیر می‌باشند. اپوکسی رزین‌ها به‌وسیله برخی از موادی که شامل پلی آمین‌ها، پلی آمیدها، پلی سولفیدها، اوره، فنل-فرمالدئید، اسیدها و انیدریدها هستند؛ ترمیم می‌شوند و واکنش تراکمی انجام می‌دهند [۷]. واکنش با آمین‌ها، باز شدن حلقه اکسیران را در برمی‌گیرد که به دنبال آن پیوند β-هیدروکسی آمینو تشکیل می‌شود:

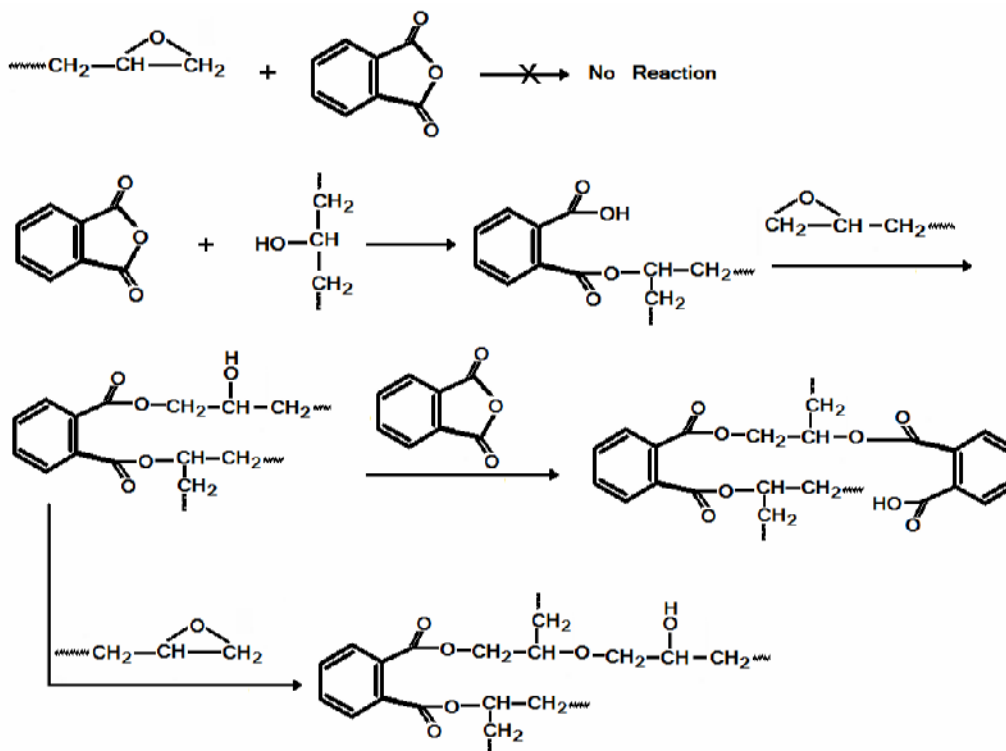


اسیدها و انیدریدها واکنش استری شدن را با دومین گروه هیدروکسیل در طول زنجیر پلیمری اپوکسی رزین انجام می‌دهند.

اپوکسی رزین‌ها در برابر گرما بسیار مقاوم هستند و قبل از افزودن عامل ترمیم کننده، تمایل اندکی به شبکه‌ای شدن دارند. بعد از آمیزه‌کاری با یک عامل پخت مناسب، اپوکسی رزین در حالت محلول و مذاب بر گستره‌ای از کاربردها نظیر چسب، پوشش سطحی، محفظه وسایل الکتریکی، عایق الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد زیر به‌عنوان ترمیم‌کننده در تهیه فیلم عایق مورد استفاده قرار گرفتند: فتالیک انیدرید، آمونیم-تترا فلوئوربورات، اتیلن‌دی آمین، بنزیل آمین، اتیل آمین، نرمال-بوتیل آمین، اتانول آمین.

کیفیت فیلم‌های نازک عایق، زمانی که فتالیک انیدرید به‌عنوان ترمیم کننده استفاده می‌شود نسبت به سایر ترمیم کننده‌های استفاده شده بهتر می‌باشد، به طوری که انعطاف پذیری فیلم‌ها زیاد بوده و شکسته نمی‌شوند.

فتالئیک انیدرید به خاطر داشتن مزایایی نظیر دمای ذوب پائین که تولید ویسکوزیته پائین تری برای مخلوط کننده‌ها می‌کند و همچنین سمیت پائین و سازگاری با رزین‌های جامد و مایع به‌عنوان ترمیم کننده استفاده می‌شود. مکانیسم ترمیم شدن اپوکسی رزین با فتالئک انیدرید به‌صورت زیر می‌باشد:



واکنش بین قسمت اپوکسید رزین با انیدرید انجام نمی‌شود، بلکه در حضور گروه هیدروکسیل به‌عنوان مثال دومین عامل هیدروکسیل در زنجیر پلیمری اپوکسی رزین با انیدرید واکنش می‌دهد که می‌توان آن را نیمه‌استر نامید. سپس قسمت کربوکسیلیک اسید نیمه استر می‌تواند با یک گروه اپوکسی واکنش دهد تا یک اتصال اتری و یک اتصال هیدروکسیلی بعداً تشکیل شود. پایداری ولتاژ این عایق تهیه شده تا حدود ۲۰ کیلو ولت می‌باشد، که در جدا سازی بوبین-های ژنراتور با ولتاژ بالا بکار گرفته می‌شود.

مراجع:

- [1]- M. Akatsuka, et al. , *Journal of Applied Polymer Science*, 2001, Vol. 79, No.12, 2164.
- [2]- R. A. C. Altafim, et al., *Material Research*, 2003, Vol.6, No.2, 187.
- [3]- Y. Miura, K. Yamaoka , Md. Abdul Mannan, *Polymer*, 1999, Vol. 40, No.4, 1021.
- [4]- A. Pich, N. Schiemenz, V. Boyko , H.-J. P. Adler, *Polymer*, 1997, Vol.38, No.2, 555.
- [5]- I. Ydens, S. Moins, P. Degée , P. Dubois, *European Polymer Journal*, 2000, Vol. 36, No.7, 1510.
- [6]- A. H. Gemeay, I. A. Mansour, R. G. El-Sharkawy , A. B. Zaki, *European Polymer Journal*, 2002, Vol. 38, No.11, 2575.
- [7]- J. Strouse, M. Jeselnik, J. B. Arterburn, *Acta Chim. Slov.* 1999, Vol. 46, No.2,187.

