

سنتر چسب حساس به فشار آکریلیکی، مطالعه مورفولوژی، تاثیر روش اولتراسونیک

مهدی همتیان دامغانی^۱، غلامحسین ظهوری^{۲*}، مهران غلامی^۲، پدرام حسین پور^۲

۱- گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲- شرکت تولیدی و صنعتی سامد (چسب مشهد)، مشهد، ایران.

چکیده

چسب‌های حساس به فشار موادی ویسکوالاستیک با قابلیت چسبندگی به سطوح جامد با فشار ملایم و در مدت زمان تماسی کوتاه هستند؛ با ایجاد اتصالات عرضی توسط عواملی مثل رزین اوره فرمالدهید میتوان خواص گرمامکانیکی این چسب‌ها را بهبود بخشید. چسب‌های حساس به فشار آکریلیکی حاوی عامل ایجاد کننده اتصالات عرضی از نوع رزین اوره فرمالدهید (۱٪ وزنی نسبت به مونومرهای هسته) با استفاده از سیستم پلیمریزاسیون امولسیون و به روش هسته-پوسته، با بهره گیری از تکنیک های مختلف اولتراسونیک تهیه شد. تاثیر آن بر مورفولوژی ذرات با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) بررسی و با نمونه بدون استفاده از اولتراسونیک مقایسه گردید. به طور کلی استفاده از اولتراسونیک باعث صاف شدن و بهبود سطح ذرات کروی شد؛ به علاوه ذرات در این حالت از پراکنش بهتری برخوردار شدند. همچنین در نتیجه انجام آزمون های مکانیکی، بهترین چسبندگی برای اولتراسونیک هسته (۱/۵ cm^۲ / ۰/۵)، بیشترین استحکام برشی و پوستگی به ترتیب برای اولتراسونیک هسته و پری امولسیون (۵۶۷ kPa) و اولتراسونیک پری امولسیون به تنهایی (۰/۱۷۵ N/mm) حاصل گردید.

واژه های کلیدی: چسب حساس به فشار، مورفولوژی، تکنیک اولتراسونیک، پلیمریزاسیون امولسیونی

زیستی به خود جلب کرده اند [۱].

مقدمه

جایگزینی چسب‌های پایه حلالی با محصولات پایه آبی سازگار با محیط زیست که عملاً مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آلی فرار را حذف می کنند و همچنین نیازهای عملکردی چسب‌ها را پاسخ می دهند، موضوع تحقیق فشرده در طی دهه های اخیر بوده است [۲]. چسب‌های حساس به فشار نه تنها در بسته بندی مواد غذایی، پوشاک و کامپوزیت های مبتنی بر چوب استفاده می شوند بلکه در حمل و نقل، ساخت و ساز، صنایع پزشکی و تفریحی نیز کاربرد دارند. در میان مواد مختلفی که

چسب‌های حساس به فشار مواد ویسکوالاستیکی هستند که با فشار ملایم و در مدت زمان تماسی کوتاه قادر به چسبندگی به سطوح جامد هستند. این چسب‌ها به طور وسیع در بسیاری از کاربردهای صنعتی مثل نوار چسب‌ها، برچسب‌ها، فیلم‌های محافظ و محصولات دارویی مورد استفاده قرار می گیرند. اخیراً چسب‌های حساس به فشار پایه آبی توجه زیادی را در هر دو زمینه صنعتی و آکادمیک به دلیل مطابقت با مقررات محیط

* نویسنده مسئول: zohuri@um.ac.ir

اوره فرمالدهید و با تکنیک‌های مختلف کاربرد اولتراسونیک مورد بررسی قرار گرفته است.

بخش تجربی

مواد و تجهیزات

بوتیل آکریلات (BA) و آکرلیک اسید (AA) از شرکت Petro Chem، دبی، امارات متحده عربی، نونیل فنول اتوکسیلات (KENON30)، دی اکتیل سولفوسکسینات (DOSS) از شرکت کیمیاگران امروز اراک تهیه گردید. آمونیوم پرسولفات (APS) به عنوان آغازگر رادیکالی، بافر سدیم بی‌کربنات از شرکت Merck آلمان خریداری گردید. رزین اوره فرمالدهید (UF) در شرکت تولیدی صنعتی سامد (چسب مشهد) تهیه گردید. از حمام التراسونیک digital ultrasonic cleaner مدل CD-4800 ساخت کشور ایالات متحده آمریکا استفاده شد.

پلیمریزاسیون

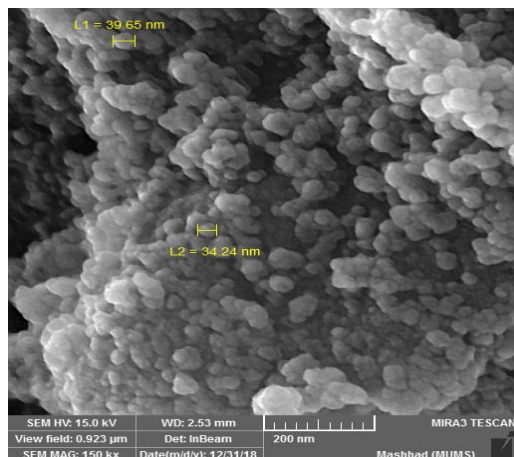
مخلوط پری‌امولسیون متشکل از آب، مونومرها (بوتیل آکریلات، آکرلیک اسید)، سورفاکتانت‌ها (DOSS و KENON30) و بافر تهیه شد. محلول آبی آغازگر APS آماده گردید. از مخلوط پری‌امولسیون در ابتدا به عنوان شارژ اولیه (۲۰٪) به رآکتور شیشه‌ای چهار دهانه مجهز به میرد، ترمومتر، همزن و قیف چکاننده که درون حمام روغن قرار داشت، منتقل گردید. سپس از محلول آغازگر (۲۵٪) به صورت قطره-قطره به رآکتور تزریق شد. پس از آغاز واکنش در دمای 76°C مقادیر باقیمانده پری‌امولسیون (۸۰٪) و محلول آغازگر (۷۵٪) به تناوب و به طور پیوسته طی حدوداً ۳/۵ ساعت به رآکتور تزریق شدند. سپس رزین اوره فرمالدهید (۱٪ وزنی نسبت به مونومرهای هسته) به عنوان عامل ایجادکننده اتصالات عرضی به رآکتور اضافه شد و به منظور افزایش

برای تولید چسب‌های حساس به فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند، آکرلیک‌ها به دلیل دارا بودن خواص برتر در مقایسه با بسیاری از مواد دیگر، برای تولید چسب‌های حساس به فشار به کار گرفته می‌شوند. آن‌ها شفاف، بی‌رنگ و مقاوم در برابر اکسایش هستند و در برابر نور خورشید زرد نمی‌شوند. معمولاً به منظور چسبناکی چسب‌های حساس به فشار آکرلیکی با مونومر هایی با دمای انتقال شیشه (T_g) پایین کوپلیمریزه می‌شوند و به منظور استحکام هم‌چسبی از مونومرهایی که دارای دمای انتقال شیشه‌ی بالا هستند بهره گرفته می‌شود. به دلیل ساختار خطی چسب‌های حساس به فشار، این چسب‌ها پایداری گرمای مکانیکی مناسبی ندارند؛ بنابراین واکنش ایجاد اتصالات عرضی برای افزایش پایداری مکانیکی آنها مورد نیاز است [۳].

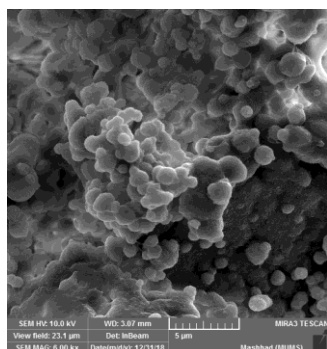
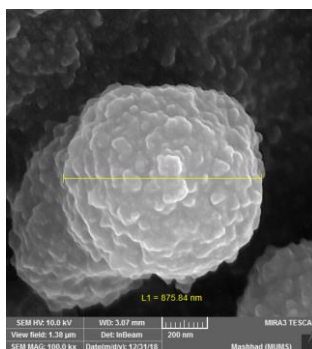
یکی از روش‌های شناخته شده برای ایجاد اتصالات عرضی استفاده از عوامل شیمیایی است. این مواد به وسیله واکنش‌های رادیکال آزاد، تراکمی (آنیونی، کاتیونی)، تابش UV و یا مولکول‌های کوچک، اتصالات عرضی را برقرار می‌کنند. در واکنش‌های رادیکال آزاد، تراکمی و مولکول‌های کوچک اتصالات عرضی به وسیله عامل ایجادکننده اتصالات، زمان واکنش، دما و سرعت هم‌زدن کنترل می‌شود [۴]. در تابش UV درجه اتصالات عرضی به وسیله اشعه یونیزه‌کننده با انرژی بالا گاما، اشعه X و میزان تابش آنها کنترل می‌شود [۵].

فیگوریدو و همکارانش کاربرد گلو تارالدهید به عنوان عامل ایجادکننده اتصالات عرضی در پلی‌وینیل الکل را کشف کردند [۶]. در دهه‌ی گذشته، تحقیقاتی در مورد استفاده از فرمالدهید به عنوان عامل ایجادکننده اتصالات عرضی انتشار یافته است [۷]. اوره فرمالدهید یکی از عوامل ایجادکننده اتصالات عرضی است که در سال‌های اخیر به دلیل خواص برخاسته از گروه CH_2 فرمالدهیدی که به گروه‌های هیدروکسیل متصل شده، مورد توجه قرار گرفته است [۸].

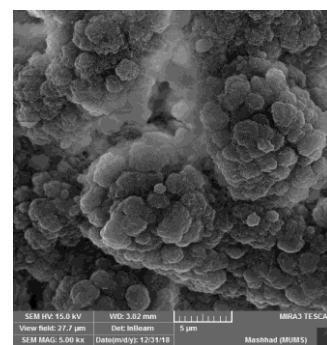
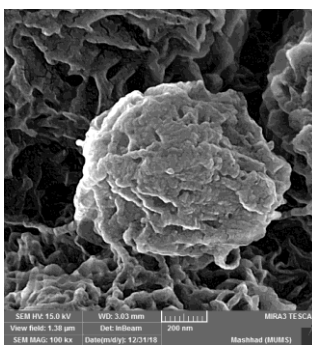
در پژوهش حاضر، چسب حساس به فشار آکرلیکی با استفاده از سیستم پلیمریزاسیون امولسیونی و به روش هسته-پوسته، با بهره‌گیری از عامل ایجادکننده اتصالات عرضی رزین



شکل ۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه چسب تولید شده با اولتراسونیک مخلوط پری امولسیون.



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه چسب تولید شده با اولتراسونیک محتوای رآکتور پس از تشکیل هسته.



شکل ۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه چسب تولید شده بدون استفاده از اولتراسونیک.

با مقایسه تصاویر فوق چنین استنباط می شود که استفاده از اولتراسونیک به طور کلی باعث صاف شدن و بهبود سطح ذرات کروی می شود؛ به علاوه ذرات در این حالت از پراکنش بهتری برخوردارند. همچنین مقایسه تصاویر (SEM) نمونه‌های اولتراسونیک شده نشان می دهد که برای دستیابی به ذراتی با

فعالیت آن دما 5°C افزایش یافت. پس از ۰/۵ ساعت به منظور تشکیل پوسته بوتیل آکریلات (۲۰۰ g) در مدت ۲ ساعت به رآکتور تزریق گردید. جدول ۱- فرمولاسیون مربوطه را نشان می دهد.

جدول ۱- لیست مواد مورد استفاده

| مقدار (گرم) | مواد |
|-------------|---------------------|
| ۳۵۸ | مونومرها |
| ۱۴/۲۵ | امولسیفایرها |
| ۳/۴۶ | رژین اوره فرمالدهید |
| ۰/۷ | بافر |
| ۰/۶ | آغازگر |
| ۳۱۳/۴۵ | آب |
| ۶۹۰/۴۶ | کل |

نتایج و بحث

به منظور بررسی اثر اولتراسونیک بر خواص مکانیکی و همچنین مورفولوژی چسب، در سه حالت مختلف از حمام اولتراسونیک استفاده شد که عبارتند از:

الف) اولتراسونیک مخلوط پری امولسیون پیش از هر مرحله تزریق (۲ بار به مدت ۱۸۰ ثانیه)

ب) اولتراسونیک محتوای رآکتور پس از تشکیل هسته

(۲ بار به مدت ۱۸۰ ثانیه)

ج) ترکیب دو روش الف و ب

شکل های ۱ تا ۳ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مربوط به دو نمونه چسب تولید شده با تکنیک های الف و ب در مقایسه با نمونه بدون استفاده از اولتراسونیک را نشان می دهند.

توزیع یکنواخت تر و اندازه کوچک تر روش الف مناسب تر می باشد.

تقدیر و تشکر

از گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد (کد پروژه ۳/۴۷۶۰۰) و شرکت تولیدی صنعتی سامد (چسب مشهد) جهت همکاری و پشتیبانی فنی و مالی در انجام پژوهش قدردانی می گردد.

منابع

[1] Hee, S., Hee, T., Il, Y., Man, S., J. Chul, Effect of the n-butyl acrylate/2-ethylhexyl acrylate weight ratio on the performances of waterborne core-shell PSAs, *J. Ind. Eng. Chem.* **2017**, 48: 2–9.

[2] Tan, C., Tirri, T., Wilen, C., The effect of core-shell particle morphology on adhesive properties of poly(styrene-co-butyl acrylate), *Int. J. Adhes. Adhes.* **2015**, 66: 104-113.

[3] Joo, H.S., Do, H.S., Park, Y.J., Kim, H.J., Adhesion performance of UV-cured semi-IPN structure acrylic pressure sensitive adhesives, *J. Adhes. Sci. Technol.* **2006**, 20: 1573–1594.

[4] Mane, S., Ponrathnam, S., Chavan, N., Effect of chemical crosslinking on properties of polymer microbeads, *Can. Chem. Trans.* **2016**, 3: 473–485.

[5] Meléndez-Ortiz, H.I., Varca, G.H.C., Lugão, A.B., Bucio, E., Smart polymers and coatings obtained by ionizing radiation: Synthesis and biomedical applications, *Open J. Polym. Chem.* **2015**, 5: 17–33.

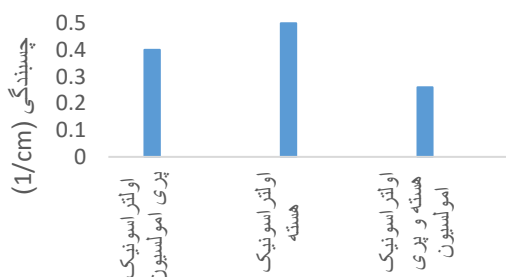
[6] Figueiredo, K.C.S., Alves, T.L.M., Borges, C.P., Poly (vinyl alcohol) films crosslinked by glutaraldehyde under mild conditions, *J. Appl. Polym. Sci.* **2009**, 111: 3074–3080.

[7] Tillet, G., Boutevin, B., Ameduri, B., Chemical reactions of polymer crosslinking and post-crosslinking at room and medium temperature, *Prog. Polym. Sci.* **2011**, 36: 191–217.

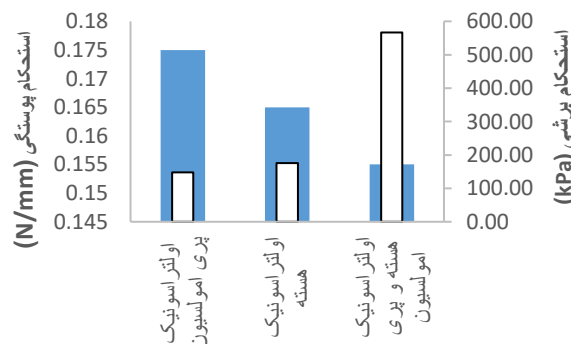
[8] Mittal, A., Garg, S., Kohli, D., Maiti, M., Jana, A.K., Bajpai, S., Effect of cross linking of PVA/starch and reinforcement of modified barley husk on the properties of composite films, *Carbohydr. Polym.* **2016**, 151: 926–938.

تأثیر تکنیک های اولتراسونیک بر خواص چسب

آزمون های چسبندگی، استحکام پوستگی و استحکام برشی برای سه چسب تولید شده با سه تکنیک مذکور به ترتیب براساس استانداردهای ASTM D3121-94 (1999)، ASTM D3330 (2010) و ASTM D3654 (2002) انجام شد (نمودارهای ۱ و ۲).



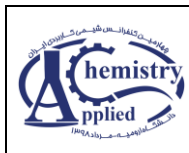
نمودار ۱ تأثیر تکنیک های مختلف اولتراسونیک بر چسبندگی نمونه ها.



نمودار ۲ تأثیر تکنیک های مختلف اولتراسونیک بر استحکام برشی و استحکام پوستگی نمونه ها.

نتیجه گیری

چسب حساس به فشار آکرلیکی در حضور عامل ایجادکننده اتصالات عرضی رزین UF (۱٪ وزنی نسبت به مونومرهای هسته) با سه تکنیک مختلف اولتراسونیک تولید شد. بهبود سطح ذرات و یکنواختی تقریبی در اندازه ذرات با دستگاه SEM مشخص شد. بهترین چسبندگی با اولتراسونیک هسته و بهترین استحکام برشی و پوستگی به ترتیب با اولتراسونیک پری امولسیون همراه هسته و اولتراسونیک پری امولسیون به تنهایی حاصل گردید.



Synthesis of acrylic pressure sensitive adhesive, study of morphology, effect of ultrasonic technique

Mahdi Hemmatian Damghani^a, Gholam Hossein Zohuri^{a*}, Mehran Gholami^b,
Pedram Hosseinpour^b

^a *Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*

^b *Samed Manufacturing & Industrial Co., Mashhad, Iran.*

Abstract

Pressure sensitive adhesives are viscoelastic material that can adhere to solid surfaces with light pressure and short contact time. Using a cross-linking agent such as urea formaldehyde resin can improve thermomechanical properties of these adhesives. A pressure sensitive adhesives with urea formaldehyde resin as cross linker (1w% of core monomers) via core-shell emulsion polymerization system and different ultrasonic technique was prepared. Effect of the ultrasonic technique on morphology of the particles was investigated using Scanning Electron Microscopy (SEM). Generally, the use of ultrasonic smoothed and improved the surface of the obtained spherical particles; in addition, a very good dispersion of the particles was obtained. Mechanical study revealed that the best tack for ultrasonic of core (0.5 1/cm), the maximum shear and peel strength for ultrasonic of core and pre-emulsion (567 kPa) and ultrasonic of pre-emulsion (0.175 N/mm) were obtained respectively.

Keywords: Pressure sensitive adhesive; morphology; ultrasonic technique; emulsion polymerization.