

مطالعه ی تاثیرات جرم‌های مختلف اپوکسی‌فنولیک بر روی لاک داخلی تیوب رنگ مو

رضا شهسواری

۱- کارشناسی ارشد ، گروه مهندسی شیمی ، دانشکده نفت و شیمی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ، ایران

چکیده :

در این پژوهش چهار نوع اپوکسی‌فنولیک با نام‌های allnex 612, allnex 516, ker 3007, ker 1009 خریداری و با ضدکف ترکیب و به عنوان پوشش تیوب‌های آلومنیومی رنگ مو در شرکت آکسون مونتاژ و بر اساس استانداردهای مربوطه مورد آزمون قرار گرفته شدند و جهت اطمینان از نتایج به دست آمده نمونه ها به آزمایشگاه پاک بنیان البرز ارسال و در آنجا نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند و نتایج دو آزمایشگاه مورد بحث و بررسی قرار گرفتند. ارتباط مستقیمی بین جرم مولکولی و ویسکوزیته اپوکسی‌فنولیک‌ها با مقاومت آنها به عنوان پوشش لاک داخلی تیوب آلومنیومی رنگ مو مشاهده و گزارش شد. در یک بررسی دیگر چهار اپوکسی‌فنولیک ذکر شده با رقیق کننده عمومی ترکیب شده و آزمون های مهم مقاومت جهت استفاده به عنوان پوشش لاک داخلی تیوب رنگ مو بر روی آنها انجام گرفت. و نتایج نامطلوبی از این بررسی گزارش شد. ویسکوزیته اپوکسی‌فنولیک ها با استفاده از کاپ ویسکوزیته در آزمایشگاه آکسون اندازه گیری و با نتایج موجود گزارش شده از آنها مقایسه گردید.

کلمات کلیدی : اپوکسی‌فنولیک، ویسکوزیته، پوشش داخلی، رزین، لاک تیوب آلومنیومی.

۱. مقدمه :

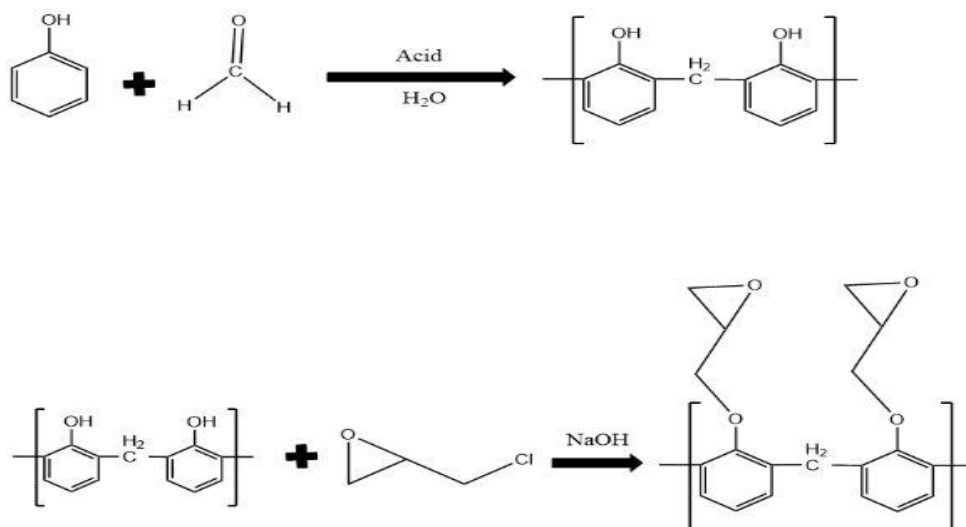
پیشرفت‌های تکنولوژیکی تمدن بشری همواره مرزها را درنور دیده و از آنها عبور می‌کند. در همه ی زمینه‌ها ترغیب به سمت فراتر رفتن و توسعه ی بیشتر از آنچه که هست و سریع تر قدم نهادن به سوی سرنوشتی بزرگتر تکامل می‌یابد. بنابراین مردم همیشه تمایل دارند توسعه ی فناوری‌های خود را تسریع ببخشند. اختراع مواد جدید نسبتا پیچیده و پرزحمت است بنابراین مردم مواد از قبل ساخته شده را توسعه می‌دهند و از آنها نتایج

و سود بیشتری به دست می‌آورند. یکی از این مواد توسعه‌یافته اپوکسی‌فنولیک است.

عبارت اپوکساید یا اکسیران پیشوندی است که به یک پل اکسیژنی که اتم اکسیژن ازدو طرف با دو اتم کربن یک حلقه ی سه تایی را می‌سازند، گفته میشود. رزینهای اپوکسی که از سال ۱۹۴۷ به صورت تجاری در آمریکا تولید شدند، حاوی دست کم دو حلقه سه عضوی اکسیران در دو انتهای زنجیر بودند. این گروه عاملی توانایی اتصال به بسیاری از ترکیبات آلی را دارد. در شرایط مناسب

واکنش، گروه اپوکسی می‌تواند با اسیدها، انیدریدها، آمینها، آمیدها واکنش کند و الکل واکنش تراکمی به همراه جابجایی هیدروژن به گروه اتیلن اکسید بدهد. این واکنش امکان افزایش طول زنجیر یا شبکه ای شدن را بدون آزاد کردن مولکول‌های کوچک مانند آب فراهم می‌کند [1,2].

اپوکسی فنولیک نوعی از رزین اپوکسی است که از اپوکسیداسیون ECH با رزینهای نووالاک به دست می‌آید. به ویژه در پوششهای پودری که در آنها رزین جامد مورد نیاز است، استفاده می‌شود. ساختار عمومی رزین اپوکسی-فنولی در شکل ۱ آورده شده است [3].



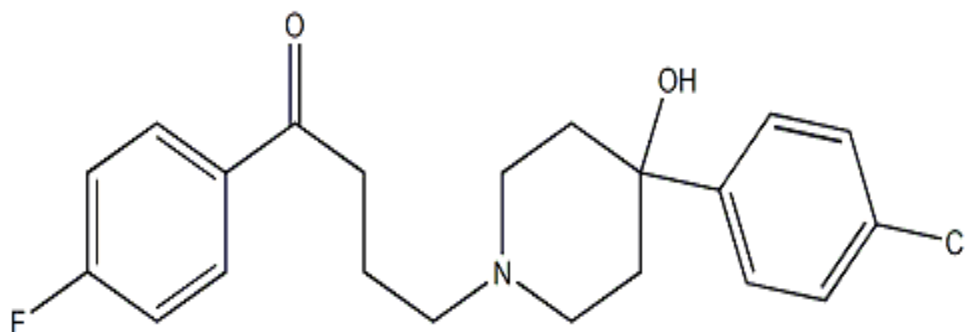
شکل ۱: روش سنتز رزین اپوکسی فنولیک.

رزین اپوکسی-فنولی نوع رزول به دلیل عاملیت بالاتری نسبت به رزین‌های نووالاک می‌توانند در دماهای بالا واکنش خود تراکمی انجام داده و شبکه‌ای شدن اتفاق افتد. همچنین رزینهای رزول از ساختمان پیچیده و فعالیت زیاد برخوردار می‌باشند لذا برای اپوکسیداسیون مناسب نیستند اما رزینهای نووالاک به دلیل داشتن ساختمان ساده تر، در واکنش با اپی کلروهیدرین می‌توانند اکسید شوند. رزین‌های اپوکسی نووالاک به دلیل عاملیت بالا نسبت به رزینهای اپوکسی استاندارد، بعد از پخت از چگالی اتصالات عرضی بالاتر و در نتیجه خواص بهتر حرارتی و شیمیایی برخوردار شوند [4].

در واقع رزین‌های اپوکسی-فنولیک رزین‌های فنولیکی هستند که در گروه هیدروکسیل فنولیک اصلاح شده‌اند که شامل یک گروه عاملی اپوکسید معمولاً گروه $\alpha\text{-CH}_2\text{-(C}_2\text{H}_3\text{O)}$ دارند (که گروه $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$ حلقه اپوکسید است). گروه عاملی اضافه شده به فنوکسی توانایی رزین را برای اتصال عرضی افزایش می‌دهد و پلیمر قوی‌تر با مقاومت بالا ایجاد می‌کند. این رزین‌ها از جمله رزین‌های دو جزئی پر مصرف در صنایع رنگ پوشش یا روکش مقاومتی برای لوله‌ها، کف‌ها، مخازن و قطعات خودرو استفاده می‌شوند. مقاومت شیمیایی، حلالیت بالا، چسبندگی خوب به سطح و سازگاری دمایی رزین‌های اپوکسی-فنولیک در عملکردهای با کارایی بالا و مقاومت در برابر خوردگی بسیار مفید است.

رزین‌های فنلی به خودی خود سطح بالایی از اتصالات عرضی را از طریق ترمست ایجاد می‌کنند و خواص مقاومتی بالایی در برابر مواد شیمیایی و آب ایجاد می‌کنند. رزین‌های فنلی هنوز دارای گروه‌های هیدروکسیل استفاده نشده در بخش واحد تکرار شونده پلیمر مشتق شده از فنل ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) هستند. رزین‌های اپوکسی-فنولیک این موقعیت را با یک گروه آلی که حاوی یک گروه عاملی

اپوکسی است مانند اپی کلروهیدرین ($\text{Cl-CH}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O})$) تغییر می‌دهند. گروه فنل هیدروکسید جایگزین کلرید می‌شود تا یک پیوند اتری بین فنل و اپوکسید ایجاد کند ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-CH}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O})$). هنگامی که ترموست تبدیل به پلیمر اصلاح شده می‌شود مکان بیشتری دارد که در آن می‌تواند اتصال عرضی داشته باشد و این قابلیت افزودن شبکه اتصال عرضی پوشش پلاستیکی تولید شده را افزایش می‌دهد. نوع رزین فنولیک جز، اپوکسید مورد استفاده خواص اپوکسی فنولیک را تغییر می‌دهد. و بسته به فرمولاسیون به طیف وسیعی از خواص فیزیکی منجر می‌شود. هر فرمول ممکن است مزیت خاصی مانند سهولت کاربرد، مقاومت بالاتر در برابر حملات شیمیایی، خوردگی یا دما داشته باشد. انتخاب فرمولاسیون بستگی به کاربرد خاص دارد. رزین‌های اپوکسی فنولیک معمولاً رنگی هستند و بنابراین گاهی اوقات به عنوان روکش‌های رویی برای اهداف زیبایی استفاده می‌شود [5].



شکل ۲: ساختار شیمیایی یک رزین اپوکسی فنولیک.

ویژگی‌های رزین اپوکسی و هم خانواده های آن:

ویژگی‌های عالی رزین اپوکسی از جمله دوام و چسبندگی تا حد زیادی به ساختار رزین بستگی دارد. به طور مثال با توجه به ساختار رزین BPA می‌توان گفت رزین اپوکسی به دلیل حضور گروه‌های اپوکسی دو انتهای مولکول و گروه‌های هیدروکسیل در وسط مولکول بسیار فعال اند و این امر موجب پخت رزین حتی در دمای محیط می‌شود.

پل اتری که در زنجیر اصلی قرار دارد مقاومت شیمیایی و خاصیت ارتجاعی را بهبود می‌بخشد

حلقه بنزن باعث مقاومت شیمیایی، چسبندگی، دوام، مقاومت حرارتی و خواص الکتریکی مطلوب می‌شود. وجود گروه‌های آبدوست و آگریز به صورت همزمان در مولکول، به طور قابل توجهی چسبندگی را به زیرآیندهای مختلف افزایش می‌دهند [6].

امروزه رنگ مو به عنوان یک محصول پرفروش در صنعت آرایش و بهداشتی محسوب می‌شود. در تولید رنگ مو به روش شیمیایی به دلیل استفاده از مواد شیمیایی با خاصیت اسیدی و بازی، انتخاب جنس مناسب در بسته بندی بسیار حائز اهمیت است. استفاده از تیوب‌های رنگ مو آلومینیومی بسیار رایج است. استفاده از تیوب بسته بندی آلومینیومی مزایایی دارد از جمله:

حفاظت از محصولات در برابر نور، هوا، رطوبت و آلودگی‌های محیطی.

باز شدن و بسته شدن آسان تیوب، که امکان استفاده مجدد را فراهم می‌کند.

امکان تنظیم مقدار محصول مصرفی با استفاده از دستگاه‌های دقیق تولید تیوب.

طراحی زیبا و جذاب تیوب که می‌تواند به تأثیرگذاری در بازاریابی محصول کمک کند.

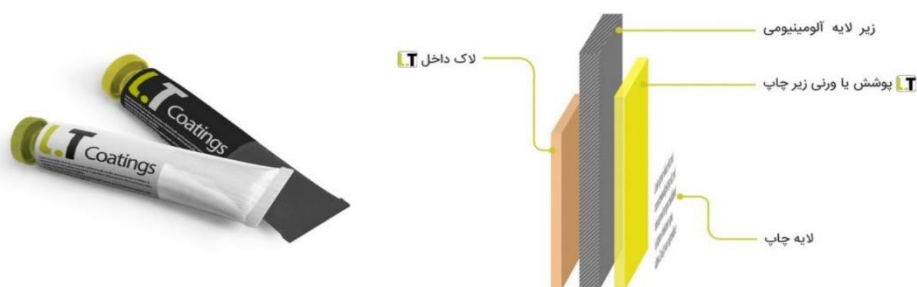
وزن سبک: آلومینیوم یک فلز سبک است که امکان استفاده در برنامه‌هایی که وزن بسیار مهم است را فراهم می‌کند

مقاومت در برابر خوردگی: آلومینیوم دارای مقاومت بالا در برابر خوردگی است و می‌تواند در محیط‌های مرطوب و خورنده به خوبی عمل کند.

قابلیت بازیافت: آلومینیوم قابلیت بازیافت و استفاده مجدد دارد، که به حفظ منابع طبیعی کمک می‌کند [7].

هدایت حرارتی خوب: آلومینیوم می‌تواند حرارت را به خوبی هدایت کند و در برنامه‌هایی که مدیریت حرارت مهم است، مفید است. در ساخت این تیوب‌ها که به عنوان پوشش محافظ رنگ مو در بسته بندی محصولات محسوب میشوند از اپوکسی فنولیک ها استفاده میشود. این ماده (شکل ۳: لاک داخل) با انعطاف پذیری و چسبندگی بالا و مقاومت در برابر محتویات اسیدی و قلیایی جهت داخل انواع تیوب های آلومینیومی آرایشی بهداشتی، دارویی و غذایی کاربرد دارد [8].

شکل 3: قسمت های مختلف تیوب رنگ مو.



از آنجایی که لاک اپوکسی فنولیک به عنوان یک مانع محافظ بین مواد آلومینیوم و محصول داخل عمل می‌کند. و رنگ‌های مو نیز اغلب حاوی مواد شیمیایی قوی و مواد فعالی هستند که به طور بالقوه می‌توانند با آلومینیوم واکنش دهند. این واکنش می‌تواند کیفیت و ایمنی محصول را به خطر بیندازد. لاک از هرگونه تعامل احتمالی جلوگیری می‌کند و تضمین می‌کند که فرمول محصول در طول عمر مفید آن پایدار و موثر باقی می‌ماند. این سطح از حفاظت برای حفظ اعتماد مصرف کننده و ارائه نتایج وعده داده شده ضروری است. بنابراین مطالعه بر روی اپوکسی فنولیک ها به عنوان مانع محافظ و ارتقای کیفیت تولید تیوب های آلومینیومی با استفاده از بهترین نوع از این مواد از اهمیت بسزایی برخوردار است.

۲. اهداف مشخص تحقیق (شامل اهداف آرمانی، کلی، اهداف ویژه و کاربردی):

- ۱، هدف اصلی این تحقیق بررسی تغییرات جرم اپوکسی فنولیک بر روی مقاومت آلومینیوم پوشش داخلی رنگ مو
- ۲، بررسی نوع و چرایی تاثیر گذاری تغییرات جرم اپوکسی فنولیک بر روی مقاومت آلومینیوم پوشش داخلی رنگ مو

۳-روش تحقیق :

به طور کلی در این پروژه مطالعه‌ای کامل بر روی ترکیبات اپوکسی فنولیک و خواص آنها و کاربردهای مختلف و با استفاده از روش‌های قیید شده در بالا انجام می‌گیرد.

در ابتدا کار چهار نوع مختلف از اپوکسی فنولیک از شرکت پارس البرز پوشش واقع در شهرک صنعتی اشتهارد تهیه شده (صنایع شیمیایی پارس البرز پوشش با کادری مجرب و متخصص با پشتوانه نزدیک به سه دهه سابقه در زمینه تولید انواع رنگهای صنعتی ، پوششهای حفاظتی و کفپوش های اپوکسی و پلی یورتان و همچنین انواع درزبند ها، در سال ۱۳۸۵ شروع به فعالیت نمود. با توجه به نیاز صنایع نسبت به ساخت رنگ های مصرفی در صنایع نفت و گاز و، پتروشیمی، آب و فاضلاب، نیرو و... گام های موثری برداشته است. ضمناً این شرکت در سال ۱۳۹۶ پس از فعالیت های بسیار در واحد تحقیق و توسعه به فرمولاسیون تولید انواع متنوع پوششهای داخلی و خارجی صنایع قوطی های فلزی بسته بندی غذایی و صنعتی (Can Coating) و انواع تیوب های آلومینیومی محصولات آرایشی و بهداشتی و داروئی دست یافت. این شرکت سپس با احداث کارخانه جدید در سال ۱۳۹۷ در جوار کارخانه قدیم براساس اصول GMP و الزامات سازمان غذا و دارو اقدام نمود و پس از دریافت پروانه بهداشتی تاسیس و بهره برداری و نیز پروانه های ساخت و تولید به جمع تولید کنندگان بهداشتی پوششهای تیوب آلومینیومی و قوطی های فلزی پیوست . به منظور اطمینان و حرکت به سوی کنترل کیفیت محصولات ، گواهینامه های ISO9001:2015 و ISO45001:2018, ISO14001:2015, ISO22000:2018 اخذ گردیده است. تمامی محصولات این شرکت، طبق استانداردهای معتبر ASTM, BS, SSPC, IPS, ISIRI, AWWA و بابر اساس الزامات مشتری Customer Requirement تولید می گردد و آمادگی خود را در زمینه ارائه اطلاعات، مشاوره، آموزش و خدمات مهندسی قبل و بعد از فروش اعلام می نماید) و با مواد ادتیو ضد کف برای سیستم های اپوکسی ترکیب و در خط تولید شرکت آکسون بسته بندی صدرا که با تجهیزات به روز دنیا یکی از معتبرترین و قوی ترین تولید کننده های تیوب آلومینیوم نرم جهت مصارف رنگ مو در استان البرز میباشد و طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۴۹ و ۲۲۳۱۹ نمونه های آن تولید و در آزمایشگاه شرکت آکسون و بار دیگر در آزمایشگاه پاک بنیان البرز که زیر نظر اداره استاندارد استان البرز میباشد مورد آزمون قرار گرفت.

در نهایت پژوهش‌هایی که در آن‌ها از ترکیبات اپوکسی مختلف در جهت بهبود خواص و افزایش کاربردها انجام گرفته بررسی میکنیم سپس درستی فرضیه مطرح شده را بررسی و برای سوالات مطرح شده در بالا پاسخ‌های مناسبی پیدا خواهیم کرد و تحقیقی کامل در زمینه ی تاثیرات جرم های مختلف اپوکسی فنولیک ها بر پوشش آلومینیومی رنگ مو خواهیم داشت که با توجه به جستجوها قبلاً مشابه آن را کسی بررسی نکرده است.

۴- مواد و روش ها :

۴-۱. مواد و حلال‌ها

۱. BYK-A530 (ضد کف) و چهار نوع رزین ALNEX 612, ALLNEX 516, دو نوع آلمانی و KER3007, KER1009 دو نوع کره ای از شرکت پارس البرز خریداری شد. رقیق کننده عمومی (تینر) از شرکت ماندانا شیمی خریداری شد.

۱-۱-۱ BYK-A 530

۲. این ماده یک ادتیو ضدکف و خارج کننده هوا بر پایه پلی سیلوکسان است که برای پوشش‌های حلالی و بدون حلال سیستم‌های پلاستیک، چسب‌ها و درزگیرها استفاده میشود. این ادتیو برای سیستم‌های اپوکسی بسیار مناسب است [۴۳].

۱-۱-۲ (Phenodur PR 516/60B) ALLNEX 516

۳. این ترکیب در مقایسه با رزین‌های اپوکسی چسبندگی، سختی، انعطاف پذیری بالا و مقاومت بسیار خوبی در برابر مواد شیمیایی، روغن‌های معدنی و مواد غذایی دارد. پوشش‌های مبتنی بر Phenodur 516 ترجیحا ترکیب بارزین‌های اپوکسی با وزن مولکولی بالا و برای فضای داخلی پوشش‌های بسته‌بندی فلزی مورد استفاده قرار میگیرند. چنین پوشش‌هایی در برابر انواع مختلف اسیدها، قلیایی‌ها، حلال‌های آلی و مواد غذایی مقاومت بالایی دارند [۴۴].

۱-۱-۳ (Pheodur PR 612/80B) ALLNEX 612

۴. Phenodur 612 معمولا به عنوان رزین پخت در ترکیب با اپوکسی‌های با وزن مولکولی بالا برای فرمولاسیون قوطی داخلی و پوشش‌های داخلی لاک عایق الکتریکی و مینای سیم‌های مغناطیسی استفاده میشوند [۴۵].

۱-۱-۴ KER 3007

۵. KER 3007 یک رزین اپوکسی جامد است که بر پایه ی بیسفنول A و اپی کلروهیدرین در یک فرآیند دو مرحله ای است. میانگین وزن مولکولی KER 3007 حد واسط بین KER 3003 و KER 1009 میباشد. کاربرد اصلی KER 3007 در ساخت اپوکسی فنولیک و رنگ‌های اجاقی اپوکسی آمینو است. اینها عمدتا به عنوان پوشش قوطی و همچنین آستر برای لوله‌ها و درام و به عنوان آغازگرهای با کارایی بالا و مقاوم در برابر مواد شیمیایی مورد استفاده قرار میگیرند. KER 3007 همچنین در تولید آسترهای اپوکسی، پرایمر، پوشش فلزی، رنگ‌های نگهداری و غیره استفاده میشود. محتوای هیدروکسیل بالای این رزین آن را قادر میسازد تا برای تهیه ی رنگ‌های ۲ جزئی پلی ایزوسیانات به عنوان عامل پخت در اتاق استفاده شوند [۴۶].

۱-۱-۵ KER 1009

۶. KER 1009 یک رزین اپوکسی جامد است. محتوای کلر قابل هیدرولیز کم و ثابتی را ارائه میدهد. عمدتا در مواردی که سخت شدن در دمای اتاق مورد نیاز است استفاده میشود و نامحلول در آب است. برای پوشش‌های اجاق گاز، پوشش قوطی و پوشش آغازگر برای کاربردهای فلزی از پیش روکش شده (PCM) توصیه میشود. KER 1009 همچنین برای رنگ‌های کشتی‌ها و پوشش‌های سنگین، استرهای اپوکسی خشک کننده در هوا، سخت شدن پودرها، پودرهای قالب گیری، بردهای مدار چاپی (PCB) و EMC در کاربردهای دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی مناسب است [۴۷].

۱-۱-۶ - رقیق کننده عمومی MT-1110

این رقیق کننده یک مایع بیرنگ و شفاف است که دانسیته ی آن در دمای ۲۰-۲۵ درجه سانتیگراد برابر است با ۰/۸۵ گرم بر سانتی متر مکعب.

۵. - نتایج آزمون‌ها

در این قسمت نتایج آزمون‌های انجام گرفته در آزمایشگاه‌های شرکت آکسون و پاک بنیان البرز گزارش و مورد بحث قرار گرفته

است:

۵-۱ نتایج آزمون‌های اپوکسی فنولیک allnex 516 در آزمایشگاه آکسون :

نتایج هشت آزمون مربوطه (ذکر شده در فصل ۳) بر روی اپوکسی فنولیک allnex 516 که در آزمایشگاه آکسون انجام گرفته در جدول ۱-۴ گزارش شده است:

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه ی آزمون	واحد	عدم قطعیت / نوع نقص	روش/مراجع
۱	وزن/ ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۱۳/۲	g/m ²	-----	INSO 2149
۲	ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۶-۷	UM	-----	INSO 2149
۳	آزمون یکنواختی پوشش آلی داخل تیوب خالی	۳/۴	MA	-----	INSO 2149 طبق بند ۵-۷-۲
۴	انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی تیوب آلومینیومی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۵	پخت پوشش آلی داخلی تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۶	آزمون آمونیاک (مقاومت در برابر محتوی قلیایی) پوشش آلی داخلی تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۷	مقاومت و پایداری پوشش آلی داخل در اسیدی در تیوب خالی PH برابر	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۸	آزمون استریلیزاسیون آب مقطر پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149

نتایج حاصل از آزمون‌های allnex 516 انجام گرفته در آزمایشگاه آکسون حاکی از آن است که این پوشش مقاومت خوبی برای تیوب‌های آلومینیومی ایجاد میکند زیرا در تمام آزمون‌های حد قابل قبولی را دریافت نموده است.

۵-۲ - نتایج آزمون allnex 516 در آزمایشگاه پاک بنیان :

فرم نتایج دو آزمون انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی و آزمون آمونیاک که در آزمایشگاه پاک بنیان البرز انجام گرفته در شکل ۱-۴ نشان داده شده است:

آزمایشگاه پاک بنیان البرز
فرم گزارش نتایج آزمون

نتیجه آزمون: تیوب آلومینیوم نرم	شماره: ۶۸۹/۳-۱۴۰۳	تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴	صفحه: ۱ از ۳
نام و شرح نمونه: تیوب آلومینیوم نرم	استاندارد مرجع: INSO 2149		
نام و نوع فرآورده: -	درخواست کننده: شرکت رضا شهسواری		
نام تجاری: -	آدرس و شماره تماس مشتری: شرکت رضا شهسواری، تلفن ۰۹۱۶۱۵۹۶۹۸۶		
نام شرکت / واحد تولیدی: شرکت رضا شهسواری	تاریخ درخواست: -		
صاحب کالا / کوتاز: شرکت رضا شهسواری	شماره درخواست: -		
تاریخ تولید: -	محل نمونه برداری: ☐ خط تولید ☐ انبار ☐ بازار ☐ سایر		
تاریخ انقضاء: -	نوع استاندارد: ☐ اجباری ☐ تشویقی ☐ تطبیقی		
سری ساخت: -	تاریخ نمونه برداری: -		
شماره پروانه بهداشتی ساخت: -	کدشناسایی کالای مشتری: Allnex 516/60b		
مقدار نمونه: ۸ عدد	تاریخ دریافت نمونه: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷		
کد نمونه آزمایشگاه: ۱۴۰۳-۶۸۹/۳	دوره انجام آزمون: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷ الی ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		

نتیجه آزمون: تیوب آلومینیوم نرم			شماره: ۶۸۹/۳-۱۴۰۳		تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		صفحه: ۲ از ۴					
ردیف	ویژگی / شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	عدم قطعیت %rdg	معیار پذیرش		روش / مرجع	PC	اظہار نظر	نوع نقص		
					حد پایین	حد بالا				جزئی	عمده	بحرانی
۱	انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم			طبق بند ۳-۷-۵		INSO 2149					
۲	آزمون امونیاک (مقاومت در برابر محتوای قلیایی) پوشش آلی داخل در تیوب خالی	مقاوم			طبق بند ۱-۴-۷-۵		INSO 2149					



تصویر نمونه مورد آزمون

تایید کارشناس آزمون:	تایید مدیر فنی و مدیر آزمایشگاه:
نام و نام خانوادگی: العیرامحمدی	نام و نام خانوادگی: زهرا علمی زاده

- این گزارش بدون مهر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.
- هرگونه نسخه برداری از این گزارش می بایست بصورت کامل و از تمامی صفحات باشد.
- نمونه ها حداکثر تا یک ماه پس از اعلام نتایج آزمون در این آزمایشگاه نگهداری می شوند.
- این گزارش بدون مهر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.
- نتایج آزمون تنها مربوط به نمونه های دریافتی از مشتری یا شرکت بازرسی است.

استان البرز، گرمسره، خیابان تاجبخش، کوچهک دوم، پلاک ۱۰ کدپستی: ۸۸۷۹۱-۳۱۶۴۸ تلفن: ۰۲۶-۳۶۱۰۱۰۴۸-۳۶۱۰۱۰۴۷-۳۶۱۰۱۰۴۷	pba@pakbonyanalborz.com	www.pakbonyanalborz.com
LQS-F708-01 Rev: 01		

نتایج دو آزمون مهم بر روی allnex 516 در آزمایشگاه پاک بنیان البرز درستی نتایج مربوط به این رزین را در آزمایشگاه آکسون تصدیق میکند و حاکی از مقاوم بودن این پوشش دارد.

۳-۵- نتایج آزمون allnex 612 در آزمایشگاه آکسون:

نتایج هشت آزمون مربوطه بر روی اپوکسی فنولیک allnex 612 که در آزمایشگاه آکسون انجام گرفته در جدول ۲-۴ گزارش شده است:

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه ی آزمون	واحد	عدم قطعیت / نوع نقص	روش /مراجع
۱	وزن/ ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۱۳/۲	g/m ²	-----	INSO 2149
۲	ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۶-۷	UM	-----	INSO 2149
۳	آزمون یکنواختی پوشش آلی داخل تیوب خالی	۳/۴	MA	-----	INSO 2149 طبق بند ۵-۷-۲
۴	انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخل تیوب آلومنیومی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۵	پخت پوشش آلی داخلی تیوب خالی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۶	آزمون آمونیاک (مقاومت در برابر محتوی قلیایی) پوشش آلی داخلی تیوب خالی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۷	مقاومت و پایداری پوشش آلی اسیدی در PH داخل در برابر تیوب خالی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۸	آزمون استریلیزاسیون آب مقطر پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149

نتایج آزمون‌های اپوکسی فنولیک allnex 612 نشان می‌دهد که این پوشش با اینکه از لحاظ مقادیر ضخامت و وزن و یکنواختی پوشش مشابه با allnex 516 می‌باشد اما کارایی مشابه آن را ندارد و چهار آزمون مهم نتایج معکوسی را نشان می‌دهد که نشان دهنده نامناسب بودن این پوشش در مقایسه با نمونه‌ی قبلی دارد.

۴-۵ - نتایج آزمون‌های اپوکسی فنولیک allnex 612 در آزمایشگاه پاک بنیان البرز

فرم نتایج دو آزمون انعطاف‌پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی و آزمون آمونیاک که در آزمایشگاه پاک بنیان البرز انجام گرفته در شکل ۴-۲ نشان داده شده است:

آزمایشگاه پاک بنیان البرز

فرم گزارش نتایج آزمون



نتیجه آزمون: تیوب آلومینیوم نرم	شماره: ۶۸۹/۴-۱۴۰۳	تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴	صفحه: ۱ از ۲
نام و شرح نمونه: تیوب آلومینیوم نرم	استاندارد مرجع: INSO 2149		
نام و نوع فرآورده: -	درخواست کننده: شرکت رضا شهسواری		
نام تجاری: -	آدرس و شماره تماس مشتری: شرکت رضا شهسواری، تلفن ۰۹۱۶۱۵۹۶۸۶		
نام شرکت / واحد تولیدی: شرکت رضا شهسواری	تاریخ درخواست: -		
صاحب کالا / کونتا: شرکت رضا شهسواری	شماره درخواست: -		
تاریخ تولید: -	محل نمونه برداری: ☐ خط تولید ☐ انبار ☐ بازار ☐ سایر		
تاریخ انقضا: -	نوع استاندارد: ☐ اجباری ☐ تشویقی ☐ تطبیقی		
بسی ساخت: -	تاریخ نمونه برداری: -		
شماره پروانه بهداشتی ساخت: -	کدشناسایی کالای مشتری: allnex612/80b		
مقدار نمونه: A عدد	تاریخ دریافت نمونه: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷		
کد نمونه آزمایشگاه: ۶۸۹/۴-۱۴۰۳	دوره انجام آزمون: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷ الی ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		

نتیجه آزمون: تیوب آلومینیوم نرم										شماره: ۶۸۹/۴-۱۴۰۳		تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		صفحه: ۲ از ۲	
ردیف	ویژگی / شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	عدم قطعیت %rdg	معیار پذیرش		روش / مرجع	PC	اظهار نظر	نوع نقص					
					حد پایین	حد بالا				جزئی	عمده	بحرانی			
۱	انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم			طبق بند ۳-۷-۵		INSO 2149								
۲	آزمون آمونیاک (مقاومت در برابر محتوای قلیایی) پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	نا مقاوم			طبق بند ۱-۳-۷-۵		INSO 2149								



تصویر نمونه مورد آزمون

تایید مدیر فنی و مدیر آزمایشگاه:	تایید کارشناس آزمون:
نام و نام خانوادگی: زهرا علمی زاده	نام و نام خانوادگی: المیراحمدی

- این گزارش بدون مهر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.
- هرگونه نسخه برداری از این گزارش می بایست بصورت کامل و از تمامی صفحات باشد.
- نمونه ها حداکثر تا یک ماه پس از اعلام نتایج آزمون در این آزمایشگاه نگهداری می شوند.
- این گزارش بدون امضای کارشناس آزمون، مدیر فنی و مدیر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.
- نتایج آزمون تنها مربوط به نمونه های دریافتی از مشتری یا شرکت بازرسی است.

استان البرز، گرمسره، خیابان تاجبخش، کوهک دوم، پلاک ۱۰ کدپستی: ۸۸۷۹۱-۳۱۶۴۸-۳۱۶۴۸	تلفن: ۰۳۶-۳۱۶۱۰۰۴۸	شماره: ۰۳۶-۳۱۶۱۰۰۴۷	www.pakbonyanalborz.com	pba@pakbonyanalborz.com
---	--------------------	---------------------	-------------------------	-------------------------

LQS-F708-01 Rev: 01

نتایج آزمون انعطاف پذیری و چسبندگی برای پوشش allnex 612 در آزمایشگاه پاک بنیان نتایج مثبت و مطلوبی میباشند. نتایج مربوط چسبندگی پوشش در هر دو آزمایشگاه مقاوم گزارش شده است که مقاومت این پوشش را تصدیق میکند اما مقاومت در برابر آمونیاک در هر دو آزمایشگاه آکسون و آزمایشگاه پاک بنیان البرز به صورت نامقاوم گزارش شده است.

۵-۵- نتایج آزمون ها بر روی اپوکسی فنولیک KER 3007

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه ی آزمون	واحد	عدم قطعیت / نوع نقص	روش/مراجع
۱	وزن/ ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۱۳/۲	g/m ²	-----	INSO 2149
۲	ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۶-۷	UM	-----	INSO 2149
۳	آزمون یکنواختی پوشش آلی داخل تیوب خالی	۳/۴	MA	-----	INSO 2149 طبق بند ۵-۷-۲
۴	انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی تیوب آلومنیومی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۵	پخت پوشش آلی داخلی تیوب خالی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۶	آزمون آمونیاک (مقاومت در برابر محتوی قلیایی) پوشش آلی داخلی تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۷	مقاومت و پایداری پوشش آلی اسیدی در PH داخل در برابر تیوب خالی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۸	آزمون استریلیزاسیون آب مقطر پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	نا مقاوم	-----	-----	INSO 2149

نتایج حاصل از آزمون‌های اپوکسی فنولیک Ker 3007 در آزمایشگاه آکسون نشان می‌دهد این پوشش در تمام آزمون‌های مقاومت به جز مقاومت در برابر اثرات قلیایی (آزمون آمونیاک) رد شده است و حاکی از عدم مقاومت این اپوکسی فنولیک به عنوان پوشش مناسب برای تیوب آلومنیومی است.

۵-۶ - نتایج آزمون‌های اپوکسی فنولیک KER 3007 در آزمایشگاه پاک بنیان البرز
فرم نتایج دو آزمون انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی و آزمون آمونیاک که در آزمایشگاه پاک بنیان البرز انجام گرفته در شکل ۴-۳ نشان داده شده است:

آزمایشگاه پاک بنیان البرز
فرم گزارش نتایج آزمون

نتیجه آزمون: تیوب آلومینیوم نرم		شماره: ۶۸۹/۲-۱۴۰۳		تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		صفحه: ۱ از ۴	
نام و شرح نمونه: تیوب آلومینیوم نرم				استاندارد مرجع: INSO 2149			
نام و نوع فرآورده: -				درخواست کننده: شرکت رضا شهسواری			
نام تجاری: -				آدرس و شماره تماس مشتری: شرکت رضا شهسواری ، تلفن ۰۹۱۶۱۵۹۶۹۸۶			
نام شرکت / واحد تولیدی: شرکت رضا شهسواری				تاریخ درخواست: -			
صاحب کالا / کوتاژ: شرکت رضا شهسواری				شماره درخواست: -			
تاریخ تولید: -				محل نمونه برداری: ☐ خط تولید ☐ انبار ☐ بازار ☐ سایر			
تاریخ انقضای: -				نوع استاندارد: ☐ اجباری ☐ تشویقی ☐ تطبیقی			
سری ساخت: -				تاریخ نمونه برداری: -			
شماره پروانه بهداشتی ساخت: -				کدشناسایی کالای مشتری: Ker 3007			
مقدار نمونه: A عدد				تاریخ دریافت نمونه: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷			
کد نمونه آزمایشگاه: ۱۴۰۳-۶۸۹/۲				دوره انجام آزمون: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷ الی ۱۴۰۳/۰۷/۱۴			
نتیجه آزمون: تیوب آلومینیوم نرم		شماره: ۶۸۹/۲-۱۴۰۳		تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		صفحه: ۲ از ۴	
ردیف	ویژگی / شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	عدم قطعیت %erdg	معیار پذیرش حدی پایین / حدی بالا	روش / مرجع	PC
نوع نقص	جزئی	عمده	پیشانی	نظیر	نوع نقص	نوع نقص	نوع نقص
۱	انطباق پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	نا مقاوم			طبق بند ۳-۷-۵	INSO 2149	
۲	آزمون آمونیاک (مقاومت در برابر محتوای قلیایی) پوشش آلی داخل در تیوب خالی	مقاوم			طبق بند ۱-۴-۷-۵	INSO 2149	



تصویر نمونه مورد آزمون

تایید کارشناس آزمون:		تایید مدیر فنی و مدیر آزمایشگاه:	
نام و نام خانوادگی: المیراحمدی		نام و نام خانوادگی: زهرا علمی زاده	
این گزارش بدون مهر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.		این گزارش بدون امضای کارشناس آزمون ، مدیر فنی و مدیر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.	
هرگونه نسخه برداری از این گزارش می بایست بصورت کامل و از تمامی صفحات باشد.		نتایج آزمون تنها مربوط به نمونه های دریافتی از مشتری با شرکت بازرسی است.	
نمونه ها حداکثر تا یک ماه پس از اعلام نتایج آزمون در این آزمایشگاه نگهداری می شوند.			
استان البرز ، گرمدره ، خیابان تاجبخش ، کوچهک دوم ، پلاک ۱۰ کدپستی: ۸۸۷۹۱-۳۱۶۸۸ تلفن: ۰۲۶-۳۱۱۰۱۰۴۸-۳۱۱۰۱۰۴۷		www.pakbonyanalborz.com pba@pakbonyanalborz.com	

LQS-F708-01 Rev: 01

نتیجه ی آزمون چسبندگی برای اپوکسی فنولیک KER 3007 درستی نتیجه این آزمون در آزمایشگاه آکسون را تصدیق میکند و در هر دو آزمایشگاه این پوشش از لحاظ چسبندگی به صورت نامقاوم گزارش شده است. و نیز نتیجه آزمون مربوط به مقاومت در برابر اثرات قلیایی انطباق نتایج با آزمایشگاه پاک بنیان البرز را نشان میدهد که حاکی مقاومت قلیایی این اپوکسی فنولیک است.

۵-۷- نتایج آزمون آزمایشگاه آکسون برای اپوکسی فنولیک KER 1009
نتایج آزمون ها بر روی اپوکسی فنولیک ker 1009 در جدول ذیل گزارش شده است:

ردیف	ویژگی/شرح آزمون	نتیجه ی آزمون	واحد	عدم قطعیت / نوع نقص	روش /مراجع
۱	وزن/ ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۱۳/۲	g/m ²	-----	INSO 2149
۲	ضخامت فیلم خشک پوشش آلی داخل تیوب	۶-۷	UM	-----	INSO 2149
۳	آزمون یکنواختی پوشش آلی در داخل تیوب خالی	۳/۴	MA	-----	INSO 2149 طبق بند ۵-۷-۲
۴	انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی تیوب آلومنیومی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۵	پخت پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۶	آزمون آمونیاک (مقاومت در برابر محتوی قلیایی) پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۷	مقاومت و پایداری پوشش آلی اسیدی در PH داخل در برابر تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149
۸	آزمون استریلیزاسیون آب مقطر پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم	-----	-----	INSO 2149

طبق نتایج به دست آمده در آزمایشگاه آکسون برای اپوکسی فنولیک KER 1009، این اپوکسی فنولیک در تمام آزمون‌های مرتبط با مقاومت نتایج مطلوبی را اخذ نموده است.

۵-۸ - نتایج آزمون آزمایشگاه پاک بنیان البرز برای اپوکسی فنولیک KER 1009

فرم گزارش نتایج دو آزمون انعطاف پذیری و چسبندگی و آمونیاک بر روی ker 1009 در شکل ذیل نشان داده شده است:



فرم گزارش نتایج آزمون

نتیجه آزمون: توب اومینیوم نرم	شماره: ۶۸۹/۱-۱۴۰۳	تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴	صفحه: ۱ از ۴
نام و شرح نمونه: توب اومینیوم نرم	استاندارد مرجع: INSO 2149		
نام و نوع فرآورده: -	درخواست کننده: شرکت رضا شهساری		
نام تجاری: -	آدرس و شماره تماس مشتری: شرکت رضا شهساری، تلفن ۰۹۱۶۱۱۰۹۶۸۸۶		
نام شرکت / واحد تولیدی: شرکت رضا شهساری	تاریخ درخواست: -		
صاحب کالا / گوازا: شرکت رضا شهساری	شماره درخواست: -		
تاریخ تولید: -	محل نمونه برداری: ☐ خط تولید ☐ انبار ☐ بازار ☐ سایر		
تاریخ انقضاء: -	نوع استاندارد: ☒ اجباری ☐ تشویقی ☐ تطبیقی		
سری ساخت: -	تاریخ نمونه برداری: -		
شماره پروانه بهداشتی ساخت: -	کدشناسایی کالای مشتری: Ker 1009		
مقدار نمونه: A عدد	تاریخ دریافت نمونه: ۱۴۰۳/۰۷/۱۷		
کد نمونه آزمایشگاه: ۶۸۹/۱-۱۴۰۳	دوره انجام آزمون: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷ الی ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		

نتیجه آزمون: تیوب الومینوم نرم													شماره: ۱-۸۹/۱-۱۴۰۳		تاریخ: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴		صفحه: ۲ / ۴	
ردیف	ویژگی / شرح آزمون	نتیجه آزمون	واحد	عدم تقابلی %rdg	معیار پذیرش		روش / مرجع	PC	انتظار نظر	نوع نقص								
					حد پایین	حد بالا				جزئی	محد	جری						
۱	امتداد پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم			طبق بند ۳-۷-۵		INSO 2149											
۲	آزمون آمویاک (مقاومت در برابر محتوای قلیایی) پوشش آلی داخلی در تیوب خالی	مقاوم			طبق بند ۱-۴-۷-۵		INSO 2149											



تصویر نمونه مورد آزمون

نام و نام خانوادگی: زهرا المرحمدي	تایید کارشناس آزمون:	تایید مدیر فنی و مدیر آزمایشگاه:
نام و نام خانوادگی: زهرا المرحمدي	نام و نام خانوادگی: زهرا المرحمدي	نام و نام خانوادگی: زهرا المرحمدي
این گزارش بدون مهر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.	مهر گردانه نسخه برادری از این گزارش می باشد بصورت کامل و از تمامی صفحات باشد	این گزارش بدون مهرهای کارشناس آزمون، مدیر فنی و مدیر آزمایشگاه فاقد اعتبار می باشد.
نموده ها دقیق تر یا کم تر از این اعداد نتایج آزمون در این گزارش تقدیر می شوند.	نموده ها دقیق تر یا کم تر از این اعداد نتایج آزمون در این گزارش تقدیر می شوند.	نتایج آزمون تنها مربوط به نمونه های دریافتی از مشتری با شرکت با بررسی است.
اسکان الیمز، گرمسره، خیابان تاجیکستان، کوچه فدوم، پلاک ۱۰، کد پستی: ۸۸۹۹۶۸-۳۶۶۸، تلفن: ۰۲۶-۳۶۱۰۰۴۸، فکس: ۰۲۶-۳۶۱۰۰۴۷	اسکان الیمز، گرمسره، خیابان تاجیکستان، کوچه فدوم، پلاک ۱۰، کد پستی: ۸۸۹۹۶۸-۳۶۶۸، تلفن: ۰۲۶-۳۶۱۰۰۴۸، فکس: ۰۲۶-۳۶۱۰۰۴۷	www.pakhonyanalborz.com pba@pakhonyanalborz.com

۶- و بسکوزیتہ و نتایج نہایے :

برای ایجاد ارتباط بین نتایج به دست آمده جرم مولکولی و ویسکوزیته چهار نوع اپوکسی فنولیک که در دیتا شیت مربوط به این ترکیبات در سایت مربوطه گزارش شده است را همراه با نتایج حاصل از ویسکوزیته به دست آمده (با استفاده از کاپ ویسکوزیته

شماره ۸) از چهار نوع اپوکسی فنولیک در آزمایشگاه آکسون در جدول فوق گزارش شده است و همچنین برای رفع ابهام بین نتایج دو آزمایشگاه در موارد گزارش شده دو آزمون انعطاف پذیری و چسبندگی مجدد در آکسون تکرار شده است و نتایج نهایی در جدول فوق گزارش شده است.

آزمون‌ها	جرم مولکولی بر حسب (g/eq)	mpa.s ویسکوزیته بر حسب	ویسکوزیته به دست آمده در آکسون (با کاپ ویسکوزیته)
Allnex 612	1654-2345	80-125	95
Allnex 516	2562-4123	150-500	200
Ker 3007	1563-2273	50-100	70
Ker 1009	2273-3846	100-280	150

۱. جرم مولکولی و ویسکوزیته اپوکسی فنولیک‌ها.

Ker 1009	Ker 3007	Allnex 516	Allnex 612	
مقاوم	نا مقاوم	مقاوم	مقاوم	انعطاف پذیری و چسبندگی پوشش آلی داخلی در تیوب خالی
مقاوم	مقاوم	مقاوم	نا مقاوم	مقاومت در برابر اثرات قلیایی (آزمون آمونیاک)

۲. نتایج نهایی دو آزمون چسبندگی و آمونیاک برای چهار نوع اپوکسی فنولیک مورد مطالعه.

۷- نتیجه گیری :

چسبندگی عالی رزین‌های اپوکسی در کنار مقاومت شیمیایی بسیار بالای رزین فنولیک سبب ایجاد محصولی با خواص بسیار مطلوب به نام اپوکسی فنولیک شده است. که به بهترین شیوه از سطح محافظت می نماید. بنابراین این ترکیبات کاربردهای منحصر بفردی در صنایع مختلف به ویژه بسته‌بندی پیدا کرده‌اند. با توجه به اهمیت موضوع بسته‌بندی در صنایع آرایشی و بهداشتی به ویژه بسته‌بندی مواد ویژه از جمله رنگ موها که دارای مواد اولیه شیمیایی خورنده مانند آمونیاک دارند مطالعه در زمینه تولید ظروف و تیوب بسته‌بندی با بهترین خواص از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به مطالعات انجام گرفته در

این پروژه بر روی چهار نوع اپوکسی فنولیک استفاده شده در لاک داخلی تیوب آلومنیومی و بررسی نتایج حاصل از جدول‌های ۴-۵ و ۴-۶ و ایجاد ارتباط میان آن‌ها میتوانیم متوجه شویم که ارتباط مستقیمی بین جرم مولکولی و مقاومت اپوکسی فنولیک‌ها و نیز ارتباط مستقیمی بین ویسکوزیته و مقاومت آنها وجود دارد. با مشاهده نتایج برای allnex 516 و ker 1009 که جرم مولکولی و ویسکوزیته بالاتری دارند و مقاومت بهتری نسبت به سایر اپوکسی فنولیک‌ها دارند میتوان به درستی این رابطه پی برد. و نیز در بررسی دیگری که بر روی اپوکسی فنولیک‌های ترکیب شده با تینر به عنوان رقیق کننده انجام گرفت با مشاهده نتایج جدول ۴-۷ متوجه میشویم که ترکیب شدن اپوکسی فنولیک‌ها با تینر نتایج نامطلوبی ایجاد میکند. ترکیب شدن اپوکسی فنولیک با رقیق کننده در هر چهار مورد فارغ از میزان ویسکوزیته و جرم مولکولی در نتایج اثر منفی گذاشته است. این اثر منفی در اپوکسی فنولیک‌های با جرم مولکولی و ویسکوزیته ی پایین تر بیشتر و محسوس تر بوده است. بنابراین رقیق کردن اپوکسی فنولیک‌ها به منظور مشاهده ی نتایج مطلوب تر ایده ی مناسبی نمیشد.

۸- پیشنهادات:

در صنعت مدرن حال حاضر بهبود خواص مواد موجود و افزایش کارایی آنها حتی از کشف مواد جدید نیز با اهمیت تر میباشد. بنابراین بهتر است پژوهشگران در مطالعات خود با بررسی مواد مختلف و تلاش برای بهبود خواص آنها اقدامات ارزنده ای را در صنایع مختلف رقم بزنند. بنابراین مطالعه ی اپوکسی فنولیک‌های مختلف از نظر مقاومت به عنوان پوشش لاک داخلی تیوب آلومنیومی و همچنین ترکیب کردن آن‌ها با مواد مختلفی که ممکن است شانس بهبود خواص آنها را افزایش دهد پیشنهاد میشود.

در خاتمه این پژوهش یادآوری میکنم که بر تمام ما دانشجویان واجب است که بر اساس نیازهای کشورهای کشورمان در زمینه‌های مختلف و مرتبط با رشته تخصصی و شناخت این نیازها مخصوصا در زمینه‌های صنعتی تحقیقات مفیدی را در دانشگاه‌ها به کمک اساتید و صنایع به انجام برسانیم. که بتوانیم با افتخار گام مهمی را در پیشرفت علم و تکنولوژی میهن عزیزمان برداریم. و کشور را به سطوح خودکفایی سوق دهیم. در حال حاضر در صنایع مختلف کمبودها و نیازهای بسیار اساسی وجود دارد که امیدوارم این پروژه بتواند رهیافتی به سمت هدف بزرگ و نهایی فردا باشد.

۹. مراجع:

- [1] 1. Mijović J, Kim J, Slaby J. Cure kinetics of epoxy formulations of the type used in advanced composites. J Appl Polym Sci. 1984;29:1449–62.
- [2] 2. Riemschneider W, Bolt HM. Esters, Organic. Ullmann's Encycl Ind Chem. 2005;
- [3] 3. Jin FL, Li X, Park SJ. Synthesis and application of epoxy resins: A review. J Ind Eng Chem [Internet]. The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry; 2015;29:1–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2015.03.026>
- [4] 4. Guo S, DiPietro LA. Critical review in oral biology & medicine: Factors affecting wound healing. J Dent Res. 2010;89:219–29.
- [5] 5. From D. IMPROVEMENTS EMBEDDING IN EPOXY RESIN METHODS. 1961;409–

- 14.
- [6] 6. Penn LS. EPOXY RESINS. 1982;57–8.
- [7] 7. No Title [Internet]. Available from: <https://iranchembook.ir/directory/phenolic-resins/>
- [8] 8. Nair CPR. Advances in addition-cure phenolic resins. Prog Polym Sci. 2004;29:401–98.
- [9] 9. Phenolic Resins: A Century of Progress. springer. 2010;
- [10] 10. Brydson JA. Plastic materials. th ed, Butterworth-Heinemann, 635-667. 1999;
- [11] 11. E. Martin, Roger T. Step-growth, Synthetic methods in Polymers. John Wiley Sons. 2003;
- [12] 12. Piato L. Phenolic resins: a century of progress. 2007;
- [13] 13. Ratna D. Handbook of Thermoset Resins. 2009;
- [14] 14. بهشتی م. رزین‌های فنولی. انجمن پلیمر ایران، تهران. ۱۳۸۶.
- [15] 15. R. W. Biernath DSS. Cure kinetics of epoxy cresol novolac encapsulant for microelectronic packaging. Contemp Top Polym Sci Adv New Mater vol7, J S Salamone J S Riffle (Eda), Plenum Ney York. 1992;
- [16] 16. W. A. Romancchick, J. E. Sohn JFG. Synthesis, morphology, and Thermal stability of elastomer-modified epoxy resin. R S Bauer (ed), Am Chem Soc, Washingt DC, 85-118,. 1982;
- [17] 17. D. Gagnebien, P. J. Madec EM. Synthesis of poly (sulphone-b-siloxane) s-I. model study of the epoxy-phenol reaction in the melt. Eur Polym J 21, 273-283. 1985;
- [18] 18. C. S. Tyberg, M. Sankarapandian, K. Bears, P. Shih, A. C. Loos D, Dillard, J. E. McGrath JSR. Cresol Novolac/Epoxy Networks: Synthesis, Properties, and Processability. Constr Build Master, 343-353. 1999;
- [19] 19. C. S. Tyberg, M. Sankarapandian, K. Bears, P. Shih, A. C. Loos D, Dillard, J. E. McGrath, J. S. Riffle P. Structure–property relationships of void-free phenolic–epoxy matrix materials. Polym 41, 5053-5062. 2000;
- [20] 20. ...آشنایی با “رزین اپوکسی فنولیک”، رزینی با مقاومت حلالی Available from: <https://www.daryatamin.com/epoxy-phenolic/>
- [21] 21. Asim, M., Saba, N., Jawaid, M., Nasir, M., Pervaiz, M., & Alothman OY. A review on phenolic resin and its composites. Curr Anal Chem 14(3), 185-197. 2018;
- [22] 22. Jia, X., Zeng, Z., Li, G., Hui, D., Yang, X., & Wang S. Enhancement of ablative and

interfacial bonding properties of EPDM composites by incorporating epoxy phenolic resin. Compos Part B Eng 54, 234-240. 2013;

- [23] 23. No [Internet]. Available from: <https://www.daryatamin.com/epoxy-phenolic/>
- [24] 24. Chen, Y. C., Chiu, W. Y., & Lin KF. Kinetics study of imidazole-cured epoxy-phenol resins. J Polym Sci Part A Polym Chem 37(16), 3233-3242. 1999;
- [25] 25. بسته‌بندی محصولات آرایشی و بهداشتی. Available from: <https://hosnani.com/packaging.php>
- [26] 26. تیوب_بسته‌بندی-ویکی پدیا. Available from: https://fa.wikipedia.org/wiki/بسته‌بندی_تیوب
- [27] 27. Birol Y. Impact of partial recrystallization on the performance of 6005A tube extrusions. Eng Fail Anal 17(5), 1110-1116. 2010;
- [28] 28. Koch, A., Henkel, T., & Walther F. Mechanism-oriented characterization of the anisotropy of extruded profiles based on solid-state recycled EN AW-6060 aluminum chips. Eng Fail Anal 121, 105099. 2021;
- [29] 29. Papageorgiou, D. G., Popa, F., & Medrea C. Failure analysis of a forming assembly used in aluminum packaging tubes production. Eng Fail Anal 163, 108452. 2024;
- [30] 30. آلومینیومی-تیوب [Internet]. Available from: <https://metal.dn-24.com/آلومینیومی-تیوب>
- [31] 31. تیوب [Internet]. Available from: <https://laktalae.com/products/tubes-coats>
- [32] 32. Is Aluminium Packaging Safe for Skincare and Cosmetics? [Internet]. Available from: <https://blueskysolutionsuk.com/is-aluminium-packaging-safe-for-skincare-and-cosmetics/>
- [33] 33. اپوکسی [Internet]. Available from: <https://fa.wikipedia.org/wiki/اپوکسی>
- [34] 34. Economy, J., & Parkar Z. Historical perspectives of phenolic resins. In 100+ Years of Plastics. Leo Baekeland and Beyond (pp. 83-91). Am Chem Soc. 2011;
- [35] 35. Kotb, Yosra et al. What makes epoxy-phenolic coatings on metals ubiquitous: Surface energetics and molecular adhesion characteristics. J Colloid Interface Sci 608. 2022;
- [36] 36. Morsch, S., S. Lyon and SRG. The degradation mechanism of an epoxy-phenolic can coating. Prog Org Coatings 102. 2017;
- [37] 37. Morsch, Suzanne et al. Mapping water uptake in an epoxy-phenolic coating. Prog Org Coatings 86. 2015;
- [38] 38. Rimdusit, S., & Ishida H. Development of new class of electronic packaging materials based on ternary systems of benzoxazine, epoxy, and phenolic resins. Polym 41(22), 7941-

7949. 2000;

- [39] 39. Rossi, S., Calovi, M., & Tonelli M. Powder Coating for Healthcare Aluminum Packaging. Cosmet 7(2), 20. 2020;
- [40] 40. عبدالمالکی م. ساخت پوشش نانوکامپوزیتی اپوکسی فنولیک بر پایه نانو ذرات اکسید گرافن- خاک رس: بررسی اثر هم-افزایی بر بهبود ویژگی-های فیزیکی-مکانیکی و مقاومت به خوردگی. ۱۳۹۶
- [41] 41. Republic I. - ۲۰۲۰. □;
- [42] 42. Republic I. - ۲۰۱۸. □
- [43] 43. ضد کف [Internet]. Available from: <https://metasan.co/product/byk-a-530/>
- [44] 44. ALLNEX 516 [Internet]. Available from: <https://www.penpoly.com/app/uploads/2021/08/ALL-PR516-60B-D.pdf>
- [45] 45. ALLNEX 612 [Internet]. Available from: <https://allnex.com/en/product/ac688969-cb06-42a2-a490-16d5bb561e2b/phenodur-pr-612-80b>
- [46] 46. No Title [Internet]. Available from: <https://omnexus.specialchem.com/product/r-kumho-p-b-chemicals-ker-3007>