

مطالعه اثر شرایط واکنش و نوع واکنشگر بر خواص مکانیکی الیاف آکریلی اصلاح شده با قابلیت جذب ترکیبات یونی

Studies of Effect of Reaction Conditions and the Type of Reagent on the Mechanical Properties of Modified Acrylic Fibers with Adsorptivity of Ionic Compounds

مژده زرگران^۱، سید احمد موسوی شوشتری^۱، مجید عبدوس^{۲*}

تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱- دانشکده مهندسی نساجی، ۲- گروه شیمی، صندوق پستی ۱۵۸۱۷۵/۴۴۱۳

دریافت: ۸۴/۳/۱۷، پذیرش: ۸۵/۳/۲۲

چکیده

در این پژوهش، به منظور بررسی تغییرخواص بوجود آمده در اثر فرایند اصلاح الیاف آکریلی، اثر شرایط واکنش بر خواص مکانیکی الیاف قبل و پس از فرایند اصلاح، بررسی شده است. نتایج آزمایشها نشان می‌دهد که با افزایش غلظت مواد شیمیایی، زمان واکنش و دما، با وجود افزایش تعداد گروههای عاملی ایجاد شده در الیاف، خواص مکانیکی الیاف تضعیف شده، الیاف مورد استفاده بتدریج از شکل لیفی خارج می‌شوند و کارایی آنها کاهش می‌یابد. اما، با انتخاب غلظت، دما و زمان بهینه واکنش می‌توان الیاف جاذب مناسبی با حفظ خواص مکانیکی در حد مطلوب در محدوده pH بین ۲ تا ۱۲ بدست آورد. همچنین، نتایج آزمایشها نشان می‌دهد که با استفاده از الیاف دارای پیوند عرضی با افزایش زمان واکنش، خواص مکانیکی بهبود می‌یابد. اما، کاهش از دیاد طول و کار تا پارگی بیشتر از کاهش استحکام بوده درحالی که مدول اولیه کاهش محسوسی نشان نمی‌دهد.

واژه‌های کلیدی

آکریلی، اصلاح شیمیایی، خواص مکانیکی، شرایط واکنش، ترکیبات یونی

مقدمه

خورشید، حشرات و ریزموجودات [۱۰]، اثرپذیری ناچیز از اسیدها و بازهای ضعیف، حلالهای آلی، اکسنده‌ها و حلالهای خشکشویی و مقاومت شیمیایی عالی الیاف آکریلی به دلیل وجود پیوندهای قطبی قوی بین مولکولی آنها نسبت داد. اما، باید توجه داشت که اگر این الیاف

اگرچه مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که از الیاف مختلفی می‌توان برای تولید الیاف جاذب یون استفاده کرد، اما به نظر می‌رسد که پژوهشگران توجه خاصی به الیاف آکریلی معطوف ساخته‌اند [۹-۱]. علت این امر را شاید بتوان به مقاومت خوب این الیاف نسبت به نور

Key Words

acrylic, chemical modification, mechanical properties, reaction conditions, ionic compounds

نوع الیاف بعد از اصلاح سازی ضروری به نظر می‌رسد [۱۱]. در اغلب پژوهش‌های انجام شده توسط پژوهشگران مختلف مقدار جذب یون، نوع آنها و اثر فرایند اصلاح سازی بر خواص گرمایی و ظاهری الیاف بحث شده است. بررسی خواص مکانیکی الیاف با وجود اهمیتی که دارد کمتر مورد توجه بوده است. خواص مکانیکی بهینه بدست آمده از مقالات مختلف در خصوص اصلاح الیاف آکریلی با هیدروکسیل آمین حدود $2/04 \text{ cN/dtex}$ استحکام، $24/6$ درصد ازدیاد طول و $29/2 \text{ cN/dtex}$ مدول اولیه بوده است [۹].

در پژوهش گذشته با استفاده از هیدروکسیل آمین، هیدرازین، اوره و ترکیب این مواد با یکدیگر، الیاف آکریلی اصلاح شده با قابلیت جذب ترکیبات یونی تهیه شد. شرایط بهینه واکنش از لحاظ دما، غلظت مواد شیمیایی، زمان واکنش و مقدار جذب یونها بدست آمد [۱۲، ۱۳]. در این مقاله، با توجه به اهمیت حفظ خواص مکانیکی الیاف پس از اصلاح سازی، اثر دما، غلظت مواد شیمیایی و زمان واکنش بر خواص مکانیکی الیاف آکریلی اصلاح شده که با هدف جذب ترکیبات یونی انجام گرفته، بررسی شده است.

تجربی

مواد و دستگاهها

الیاف آکریلی تجاری اصلاح شده بر اساس نتایج ارائه شده در مقاله پژوهشی گذشته تهیه و بررسی شد [۱۴]. برای اندازه گیری تغییرات نمره و استحکام مکانیکی الیاف، دستگاه Vibromat و Fafegraph ساخت شرکت TexTechno بکار گرفته شد. در تمام نمونه‌های مورد آزمایش، فاصله فکها در Fafegraph، 20 mm و سرعت ازدیاد طول 20 mm/min تنظیم شد.

نتایج و بحث

بررسی خواص مکانیکی الیاف آکریلی عمل‌آوری شده با

هیدروکسیل آمین هیدروکلرید

خواص مکانیکی الیاف مانند مدول اولیه، استحکام کششی، ازدیاد طول تا پارگی و کار تا پارگی، قبل و بعد از واکنش الیاف با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید با غلظت 75 g/L در دمای 70°C و زمانهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. شایان ذکر است، استفاده از غلظت بیش

به وسیله بازهای قوی و حلالهای آلی بسیار قطبی مانند دی‌متیل استامید، دی‌متیل فرمامید، دی‌متیل سولفوکسید و اتیلن کرینات مورد حمله قرار بگیرند، در این حالت پیوند قطبی بوجود آمده بین گروههای نیتریل زنجیرهای مجاور شکسته شده، در نتیجه انحلال اتفاق می‌افتد [۱۰].

یکی دیگر از خواص بسیار مهم الیاف آکریلی، مقاومت گرمایی آنهاست. چرا که الیاف جاذب یون در برخی از صنایع در محیطهای گرم استفاده می‌شوند و ترجیحاً نباید به آسانی تغییر شکل دهند [۱۰].

قدرت اسیدی یکی از عوامل بسیار مهم در آزمایشهای جذب است و روی ساختار سطحی جاذبها، تشکیل یونهای فلزی و تقابل بین جاذبها و یونهای فلزی اثر می‌گذارد [۳]. از آنجا که پسابهای صنعتی محدوده pH گسترده‌ای دارند، در این پژوهش برای بررسی مقدار مقاومت الیاف، محدوده pH بین ۲ تا ۱۲ انتخاب شد.

هر مبادله کننده یون باید مجموعه خواص اولیه و بسیار ضروری را برای تبادل یون داشته باشد. از جمله مهمترین ویژگیهای مبادله کننده یون ایده‌ال، داشتن ساختار آبدوست، ظرفیت تبادل یون مؤثر و قابل کنترل، قابلیت تبادل یون سریع، ثبات شیمیایی، ثبات فیزیکی از نظر استقامت یا استحکام مکانیکی و مقاومت نسبت به اصطکاک و سایش، ثبات گرمایی و داشتن اندازه و سطح مؤثر مناسب برای کاربرد در سامانه‌های بزرگ و تولید انبوه است [۱، ۳].

اگرچه شرکتهای تولیدکننده مواد مبادله کننده یون در عصر حاضر در تولید مواد جدیدی که تمامی ویژگیهای ذکر شده را داشته باشند در مقایسه با مواد قدیمی پیشرفته‌تر و موفقیت‌های زیادی داشته‌اند. اما، هزینه تولید مواد جدید مبادله کننده یون نسبتاً زیاد است، به همین علت برای استفاده در مقیاس وسیع، همچنان مباحث پژوهشی مهمی پیش روی عرضه کنندگان این نوع مواد وجود دارد که از آن جمله می‌توان به کاهش مقدار مواد مورد نیاز برای انجام کار واحد و افزایش طول عمر کارکرد آنها اشاره کرد.

در رابطه با کاهش مقدار مصرف مواد مبادله کننده یون، می‌توان به عنوان مثال ظرفیت تبادل یون این مواد را زیاد کرد و برای افزایش طول عمر کارکرد آنها، ثبات مکانیکی و شیمیایی مبادله کننده‌ها را مورد توجه قرار داد [۱، ۳].

در بسیاری موارد زمانی که از مبادله کننده‌های یون لیفی برای خالص سازی آب یا گازها استفاده می‌شود، ممکن است این مواد در معرض تنشهای مکانیکی و اسمرزی مختلفی قرار بگیرند. همچنین، برای تبدیل آنها به پارچه و منسوج لازم است خواص مکانیکی معین و مطلوبی داشته باشند. بنابراین، توجه به حفظ خواص مکانیکی در این

جدول ۱ خواص مکانیکی لیاف آکریلی عمل آوری شده با ۷۵ g/L هیدروکسیل آمین هیدروکلرید در زمانهای مختلف، دمای ۲۷°C و رطوبت نسبی ۵۰ درصد.

۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	لیف آکریلی اولیه (نمونه شاهد)	زمان واکنش (min) خواص
۱۱/۳۴ (۴/۰۴)	۱۵/۶۵ (۴/۲۰)	۱۹/۹۷ (۹/۳۷)	۲۲/۳۲ (۱۲/۰۲)	۲۴/۰۵ (۶/۸۲)*	استحکام (cN/tex)
۱۶/۹۵ (۸/۳۰)	۲۰/۶۵ (۴/۱۴)	۲۲/۱۳ (۶/۱۴)	۲۵/۶۸ (۱۱/۵۷)	۲۳/۴۹ (۴/۹۶)	ازدیاد طول تا پارگی (%)
۲/۰۸ (۱/۷۸)	۲/۱۸ (۲/۸۶)	۲/۵۱ (۳/۸۴)	۲/۶۶ (۲/۴۰)	۳/۰۸ (۳/۱۸)	کار تا پارگی (cN.cm)
۳۲۷/۵۱	۳۲۵/۸۳	۳۲۰/۷۱	۳۲۳/۵۴	۳۲۵/۳۶	مدول اولیه (cN/tex)

* اعداد داخل پرانتز درصد ضریب تغییر داده‌ها را نشان می‌دهد.

اثر زمان واکنش روی استحکام لیف فاقد پیوند عرضی نشان داده شده است. بنابراین، برای بهبود خواص لیاف آکریلی اصلاح شده و جلوگیری از کاهش محسوس خواص مکانیکی آن، ابتدا لیاف با هیدرازین به منظور ایجاد پیوند عرضی عمل آوری شده، پس از دستیابی به شرایط بهینه واکنش، لیاف دارای پیوند عرضی، با هیدروکسیل آمین

از ۷۵ g/L و دمای بیش از ۷۰°C سبب از بین رفتن شکل لیفی نمونه‌ها شده، استحکام لیاف به شدت کاهش می‌یابد. همان‌طور که در جدول ۱ نیز قابل مشاهده است، با افزایش مدت زمان واکنش (بیش از ۳۰ min) خواص مکانیکی لیاف به شدت کاهش می‌یابد. علت این امر را شاید بتوان به تبدیل گروه‌های نیتریل آکریلی به آمیدوکسیم ($N=C$ به $N\equiv C$)، کاهش پیوندهای قطبی و هیدروژنی بین زنجیری و بهم خوردن ساختار میله‌ای زنجیرهای مولکولی در بعضی نقاط نسبت داد. بررسی نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که تا ۲۰ min کاهش محسوس در خواص نسبت به نمونه شاهد مشاهده نشده است. اما، از حدود زمان ۳۰ min به بعد کاهش خواص مکانیکی از جمله استحکام به اندازه ۱۶/۹۶ درصد، ازدیاد طول تا پارگی به مقدار ۳۲/۲۳ درصد و کار تا پارگی به مقدار ۱۷/۵۱ درصد ملاحظه شد. در حالی که با توجه به بررسیهای آماری انجام شده، مدول اولیه لیاف تغییر محسوس را نشان نداده است. در حدود زمان ۵۰ min کاهش شدید خواص مکانیکی از جمله استحکام (۵۲/۸۵ درصد)، ازدیاد طول تا پارگی (۴۹/۳۹ درصد) و کار تا پارگی (۳۲/۴۷ درصد) نسبت به نمونه شاهد مشاهده شده است. این کاهش خواص در شکل ۱ نشان داده شده است.

بررسی خواص مکانیکی لیاف آکریلی اصلاح شده حاوی یونهای مس نشان می‌دهد که وجود یون مس در نمونه‌های لیاف مورد بررسی، سبب کاهش و تغییر محسوس خواص مکانیکی نسبت به لیاف عمل آوری نشده با محلول مس نشده است، به طوری که مقدار این کاهش در استحکام تنها ۷/۶۸ درصد، در ازدیاد طول ۲/۶۰ درصد و در کار تا پارگی ۱۷/۱۸ درصد مشاهده شده است. بنابراین، با انتخاب مناسب غلظت، دما و زمان واکنش می‌توان لیفی با خاصیت جذب یون مطلوب همراه با حفظ خواص مکانیکی در حد قابل قبول، بدست آورد.

در عمل آوری لیف آکریلی با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید بدون ایجاد پیوند عرضی، استحکام لیف به شدت کاهش می‌یابد. در شکل ۲

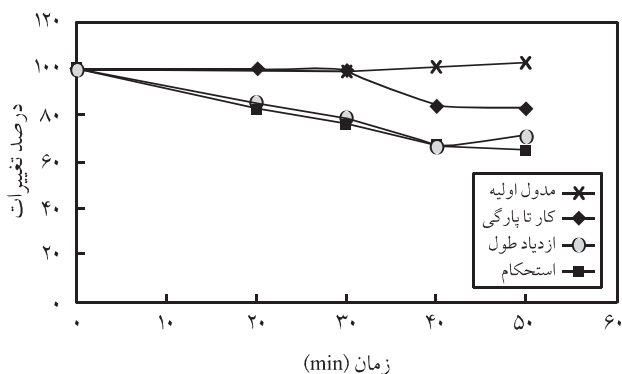


(الف)



(ب)

شکل ۱ درصد کاهش خواص مکانیکی لیاف آکریلی اصلاح شده با محلول هیدروکسیل آمین هیدروکلرید نسبت به نمونه لیاف اولیه در زمانهای مختلف عمل آوری: (الف) ۳۰ min و (ب) ۵۰ min.

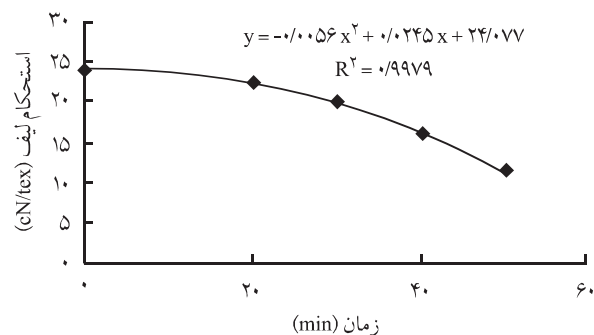


شکل ۳ نمودار تغییر خواص مکانیکی الیاف آکریلی اصلاح شده با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید نسبت به نمونه اولیه.

طول کاهش می یابد. در غلظت ۴ درصد هیدرازین (بر مبنای وزن خشک لیف) خواص قابل قبولی بدست می آید (۵/۷۹ درصد کاهش استحکام و ۱۷/۱۳ درصد کاهش ازدیاد طول). بررسی طیفهای FTIR الیاف مورد آزمایش نشان می دهد که در دماهای کمتر (کمتر از ۹۵-۹۰) هیچ واکنش مفیدی بین لیف و هیدرازین انجام نمی شود. اما، در دماهای بیشتر (بیشتر از ۱۱۰°C)، بر اساس پژوهشها و مقالات علمی منتشر شده، ترکیبات حلقوی معمولاً با واکنشهای جانبی بوجود می آید که ممکن است روی خواص لیف نظیر ارتجاعیت و تورم اثر مخرب داشته باشد که این حالت امری نامطلوب برای الیاف مبادله کننده یون است [۱].

داده های جدول ۳ اثر زمان واکنش بر خواص مکانیکی، لیفی را که با هیدروکسیل آمین در شرایط بهینه از لحاظ غلظت و دما عمل آوری شده است، نشان می دهد.

به طور کلی عمل آوری الیاف در زمانهای طولانی با توجه به کاهش خواص مکانیکی مطلوب نیست. اما، در الیاف شبکه ای شده با انتخاب



شکل ۲ اثر زمان واکنش روی استحکام الیاف آکریلی حاوی آمیدوکسیم فاقد پیوند عرضی.



هیدروکلرید واکنش داده شد.

بررسی خواص مکانیکی الیاف آکریلی عمل آوری شده با هیدرازین و هیدروکسیل آمین هیدروکلرید

به منظور ایجاد پیوند عرضی در الیاف آکریلی از هیدرازین به عنوان عامل ایجاد پیوند عرضی استفاده شده است. در این پژوهش، الیاف به مدت ۸۰ min در دمای جوش با هیدرازین عمل آوری شدند. تغییر رنگ زرد الیاف که نشان دهنده تبدیل گروههای نیتریل الیاف آکریلی به آمیدوکسیم است پس از گذشت ۶۰ min مشاهده شد. شایان ذکر است، هیچ یک از نمونه های عمل آوری شده با هیدرازین در حلال DMF انحلال پذیر نیستند. در حالی که الیاف آکریلی بدون پیوند عرضی در این حلال انحلال پذیرند.

در جدول ۲ اثر غلظت هیدرازین روی خواص مکانیکی الیاف اصلاح شده نشان داده شده است. با افزایش غلظت هیدرازین، استحکام و ازدیاد

جدول ۲ اثر غلظت هیدرازین بر خواص مکانیکی الیاف آکریلی اصلاح شده در دمای ۲۷°C و رطوبت نسبی ۵۰ درصد.

ظرافت لیف (dtex)	مدول اولیه (cN/tex)	کار تا پارگی (cN.cm)	ازدیاد طول تا پارگی (%)	استحکام (cN/tex)	غلظت هیدرازین (%)
۳/۳ (۵/۱۷)	۳۰۳/۵۱ (۲/۵۴)	۳/۶۴ (۱۰/۷۹)	۴۱/۲۲ (۴/۲۵)	۲۳/۸۲ (۲/۰۱)*	۰ (نمونه شاهد)
۳/۵ (۶/۶۰)	۲۲۲/۹۱ (۳/۶۴)	۳/۵۳ (۳/۱۸)	۳۸/۴۲ (۶/۴۵)	۲۲/۴۸ (۴/۴۶)	۲
۳/۵ (۴/۸۸)	۲۳۲/۱۸ (۲/۷۴)	۳/۵۵ (۲/۶۶)	۳۶/۶۳ (۶/۰۵)	۲۲/۴۴ (۳/۷۱)	۴
۳/۶ (۹/۲۱)	۲۳۶/۷۰ (۳/۰۸)	۳/۵۷ (۵/۹۵)	۳۰/۹۰ (۶/۱۵)	۱۸/۵۱ (۱۳/۷۹)	۸
۳/۶ (۱۰/۳۳)	۲۴۶/۹۴ (۷/۹۸)	۳/۴۲ (۹/۳۴)	۲۸/۹۳ (۱۲/۶۷)	۱۵/۸۸ (۱۰/۴۹)	۱۶

* اعداد داخل پرانتز درصد ضریب تغییر داده ها را نشان می دهد.

جدول ۳ اثر زمان واکنش بر خواص مکانیکی الیاف شبکه ای شده و عمل آوری شده با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید در دمای ۲۷°C و رطوبت نسبی ۵۰ درصد.

۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	لیف آکریلی اولیه (نمونه شاهد)	زمان واکنش (min) خواص
۱۹/۹۴ (۴/۱۱)	۲۰/۲۳ (۱۰/۱۰)	۲۳/۸۵ (۷/۸۳)	۲۴/۰۴ (۶/۶۱)	۲۴/۰۵ (۷/۱۶)*	استحکام (cN/tex)
۲۱/۹۵ (۱۵/۸۵)	۲۲/۶۵ (۱۰/۸۲)	۲۵/۶۰ (۸/۷۱)	۲۷/۷۵ (۴/۰۶)	۳۳/۴۹ (۹/۹۱)	ازدیاد طول تا پارگی (%)
۲/۱۹ (۲/۲۶)	۲/۰۸ (۷/۱۴)	۲/۴۱ (۵/۱۷)	۲/۶۲ (۴/۸۲)	۳/۰۸ (۳/۹۰)	کار تا پارگی (cN.cm)
۳۳۳/۱۰ (۴/۴۳)	۳۲۷/۵۷ (۳/۶۲)	۳۲۰/۷۱ (۷/۲۰)	۳۲۳/۶۵ (۶/۵۶)	۳۲۵/۳۶ (۹/۸۶)	مدول اولیه (cN/tex)

* اعداد داخل پرانتز درصد ضریب تغییر داده ها را نشان می دهد.

بررسی خواص مکانیکی الیاف آکریلی عمل آوری شده با اوره و هیدروکسیل آمین هیدروکلرید

به منظور افزایش گروههای عاملی مناسب و جاذب یون در الیاف آکریلی اصلاح شده، الیاف ابتدا با اوره و سپس هیدروکسیل آمین واکنش داده شده و خواص آنها بررسی شده است. داده های جدول ۴ اثر غلظت اوره و دمای واکنش را روی خواص مکانیکی الیاف آکریلی عمل آوری شده با اوره و هیدروکسیل آمین هیدروکلرید نشان می دهد.

همان طور که ملاحظه می شود در غلظتهای کم اوره، تغییر خواص مکانیکی نظیر استحکام و ازدیاد طول محسوس نیست. اما، افزایش غلظت اوره سبب تغییر خواص مکانیکی شده است. به عنوان مثال در غلظت ۵ g/L از اوره، ۸ درصد کاهش استحکام، ۱۷/۶ درصد افزایش ازدیاد طول، ۱۰/۵۷ درصد کاهش کار تا پارگی و ۲۷/۲۵ درصد کاهش مدول اولیه مشاهده می شود. شایان ذکر است که تمامی نمونه های عمل آوری شده با اوره، در حلال دی متیل فرمامید انحلال پذیرند، این

شرایط بهینه برای شبکه ای شدن، این کاهش خواص، به طور مثال در استحکام، خیلی شدید نیست.

شکل ۳ درصد تغییرات استحکام، ازدیاد طول تا پارگی، کار تا پارگی و مدول اولیه را در لیف اولیه نسبت به نمونه شبکه ای شده و عمل شده با هیدروکسیل آمین هیدروکلرید نشان می دهد. همان طور که از این شکل مشخص است با افزایش زمان واکنش، خواص مکانیکی کاهش می یابد. کاهش ازدیاد طول (۳۴/۴۶ درصد) و کار تا پارگی (۲۸/۹ درصد) بیشتر از کاهش استحکام (۱۷/۰۹ درصد) بوده درحالی که مدول اولیه کاهش محسوسی نشان نمی دهد. در مرحله بعد به منظور ایجاد گروههای عاملی دیگر روی ساختار الیاف، بررسی قدرت جذب یون آنها و نیز بررسی آثار ناشی از وجود این گروههای عاملی در ساختار الیاف اصلاح شده، الیاف آکریلی با اوره، هیدرازین، تلفیق اوره و هیدروکسیل آمین و نیز ترکیب هیدرازین و هیدروکسیل آمین هیدروکلرید عمل آوری شد، تغییرات ایجاد شده در خواص الیاف بررسی شد.

جدول ۴ اثر غلظت اوره و دمای واکنش بر خواص مکانیکی الیاف آکریلی عمل آوری شده با اوره و هیدروکسیل آمین هیدروکلرید در دمای ۲۷°C و رطوبت نسبی ۵۰ درصد.

مدول اولیه (cN/tex)	کار تا پارگی (cN.cm)	ازدیاد طول تا پارگی (%)	استحکام (cN/tex)	خواص مکانیکی غلظت اوره (g/L)
۲۰/۷۰۸ (۷/۶۵)	۲/۴۶ (۴/۰۱)	۱۷/۷۵ (۸/۵۴)	۲۴/۷۵ (۷/۳۲)*	۰ (نمونه شاهد)
۱۸۴/۴۳ (۶/۳۴)	۷/۸۲ (۴/۲۱)	۱۷/۶۵ (۴/۵۶)	۲۴/۷۵ (۶/۷۶)	۱ (دمای جوش)
۱۵۲/۶۴ (۷/۱۹)	۷/۸۹ (۵/۴۷)	۱۷/۵۲ (۵/۴۵)	۲۴/۴۸ (۷/۳۲)	۲ (دمای جوش)
۱۵۷/۳۸ (۵/۴۵)	۲/۲۰ (۹/۳۲)	۱۹/۸۱ (۱۰/۳۳)	۲۲/۷۷ (۱۰/۱۲)	۵ (دمای جوش)
۱۶۳/۸ (۶/۶۸)	۲/۱۹ (۱۰/۰۱)	۱۹/۲۹ (۱۰/۴۳)	۲۴/۷۰ (۶/۹۱)	۵ (۷۰°C)

* اعداد داخل پرانتز درصد ضریب تغییر داده ها را نشان می دهد.

شده، از شدت کاهش خواص مکانیکی الیاف کاسته می شود و به حد قابل قبولی می رسد. به طور کلی زمانهای طولانی عمل آوری با توجه به کاهش خواص مکانیکی الیاف مطلوب نیست. اما در الیاف شبکه ای شده با انتخاب شرایط بهینه، این کاهش خواص به طور مثال استحکام، خیلی شدید نبوده ضمن اینکه خواص جذب یونی این الیاف نیز با افزایش قابل ملاحظه ای همراه است.

در اثر واکنش لیف آکریلی با اوره و هیدروکسیل آمین هیدروکلرید، در غلظت های کم اوره، تغییر خواص مکانیکی الیاف نظیر استحکام و ازدیاد طول محسوس نیست. اما، افزایش غلظت اوره سبب تغییر خواص مکانیکی الیاف و کاهش آنها می شود. لازم به ذکر است که تمام نمونه های عمل آوری شده با اوره در حلال دی متیل فرمامید انحلال پذیرند. بنابراین، می توان نتیجه گرفت در این شرایط هیچ پیوند عرضی بین لیف آکریلی و گروه های عاملی در اوره برقرار نشده است. این مرحله از آزمایش، به طور عمده به دلیل ایجاد گروه های عاملی مناسب بیشتر روی لیف آکریلی انجام شده است.

قدردانی

بدین وسیله از سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران و ستاد SBDC به دلیل حمایت های مالی از این پژوهش، تشکر و قدردانی می شود.

مراجع

- Zhang B.W., Fischer K., Bieniek D. and Kettrup A., Synthesis of Carboxyl Group Containing Hydrazine-modified Polyacrylonitrile Fibers and Application for the Removal of Heavy Metals, *React. Funct. Polym.*, **24**, 49-58, 1994.
- Soldatov V.S., Shunkevich A.A. and Sergeev G.I., Synthesis, Structure and Properties of New Fibrous Ion Exchangers, *React. Funct. Polym.*, **7**, 159-172, 1988.
- Liu R.X., Zhang B.W. and Tang H.X., Synthesis and Characterization of Poly(acrylamino-phosphonic-carboxyl-hydrazide) Chelating Fiber, *React. Funct. Polym.*, **39**, 71-81, 1999.
- Ishtchenko V.V., Vitkovskaya R.F. and Huddersman K.D., Investigation of the Mechanical and Physico-chemical Properties of a Modified PAN Fibrous Catalyst, *Appl. Catal. A:General*, **242**, 221-231, 2003.
- Ruixia L., Jinlong G. and Hongxiao T., Adsorption of Fluoride, Phosphate, and Arsenate Ions on a New Type of Ion Exchange Fiber, *J. Colloid and Interface Sci.*, **248**, 268-274, 2002.
- Borrell P., Harrison P.D. and Marriott J.C., Cationic Fibers Suitable for Ion-exchange Materials and their Production, *Eur. Pat.*, **0,194,766, A1**, 1986.
- Shunkevich A.A., Private Conversation, Russia, October, 2003.
- Handbook of Fiber Science and Technology*, Lewin M. and Pearce E.M. (Eds.), Marcel Dekker, New York, **4**, 340-341, 1985.
- Lin W., Lu Y. and Zeng H., Studies of Preparation, Structure, and Properties of an Acrylic Chelating Fiber Containing Amidoxime Groups, *J. Appl. Polym. Sci.*, **47**, 45-52, 1993.
- Shoushtari A.M., *The Effect of Cross-linking on the Properties of Acrylic Fibers and Fabrics*, PhD Thesis, Department of Textile Industries, The University of Leeds, UK, 1996.
- Tafreen S.H. and Ananjaneylu Y., Aluminium Removal from Fridel Craft Reaction Reagents Waste, *React. Funct. Polym.*, **63**, 67-100, 2002.

12. Shoushtari A.M., Zargaran M. and Abdouss M., Preparation and Characterization of High Efficiency Ion-exchange Cross-linked Acrylic Fibers, *J. Appl. Polym. Sci.*, **101**, 2202-2209, 2006.
13. Zargaran M., *Studies on Ion-exchange Fibers Made from Acrylic*, MSc Thesis, Amir Kabir University of Technology, Iran, 2004.
14. Zargaran M., Shoushtari S.A.M. and Abdouss M., Incorporating Functional Groups on Structure of Acrylic Fibers for Adsorption of Metal Ions, *Iran. J. Polym. Sci. Technol (in Persian)*, **18**, 235-240, 2005.

Archive of SID