الیاف

مطالعه فرآیندهای رنگرزی الیاف
پلی اوراتان با استفاده از کلاس‌های مختلف رنگزاها

مترجم: عباس حاجی پور

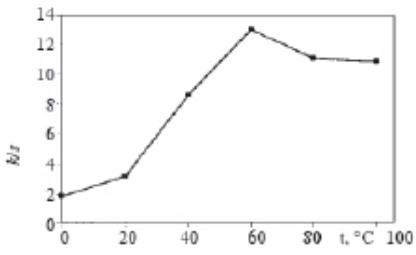
چکیده:

فرآیندهای رنگرزی الیاف پلی اوراتان با کلاس های مختلف رنگزاها از قبیل دیسپرس و کاتیونیک، پروسینیل و اسیدی و غیره مطالعه شد. ارتباطات رنگ پذیری با دماهای رنگرزی استخراج شد و پارامترهای سینتیکی و نفوذ رنگ پذیری بررسی شد. مطالعات همزمان الیاف پلی استر، پلی آمید، پلی اکریلو نیتریل و پشم برای مقایسه صورت گرفت. تاثیر شرایط رنگرزی بر قدرت فیزیک و شیمیایی لیف پلی اوراتان بررسی شد. پایداری رنگ های بدست آمده بر روی الیاف پلی اوراتان در برابر تاثیرات کار خارجی ارزیابی گردید.

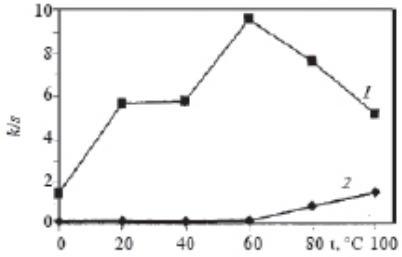
توسعه فناوری رنگرزی الیاف پلی اوارتان (PU) (اسپاندکس، لایکرا و غیره) و مطالعه ساختار و خواص الیاف، بهره های بزرگ علمی و عملی هستند. استفاده از الیاف PU در صنعت نساجی محتمل است: افزایش ۵-۳٪ الیاف PU به الیاف طبیعی از به وجود آمدن بسیاری از تاثیرات نامطلوب از قبیل چروک شدن، مچاله شدن، موج دار شدن، چین دار شدن جلوگیری می کند. کالاهای حاوی لیف PU، الاستیسیته زیادی بدست می آوردند که خرد نمی شود و برای لمس کردن خوشایند هستند. محدوده الیاف (فیلامنت ها) الاستومر بستگی به استفاده نهایی آنها دارد: یا به عنوان مکمل برای تابیدن (متصل کردن) یا به عنوان نخهای زخم انواع دیگر، و همچنین یک جزء غیر قابل تعویض در تولید مواد و کالاهای نساجی که بدن را می پوشانند (لباس ورزشی حلقوی، لباس مردانه، پزشکی و غیره)، می باشند. محدوده مواد نساجی مخلوط شده که حاوی لیف PU می باشد، بسیار وسیع است (پنبه، پشم، پلی آمید، پلی اکریلو نیتریل و غیره). الیاف PU بسیار الاستیک هستند؛ ازدیاد طول تا حد پارگی آنها به ۸۰۰٪ میرسد، آنها به اسیدها، قلیاها و حلال های آلی مقاومت هستند، و مقاومت کمی به سایش، نور و مقاومت در برابر آب و هوا دارند. دمای انتقال شیشه ای الیاف الاستومری PU، در محدوده ۴۰- تا ۶۰- ^{o}C می باشد و دمای ذوب آنها در محدوده ۱۶۰ تا ۲۳۰ ^{o}C می باشد.

مشکل اساسی رنگزای مواد نساجی حاوی الیاف PU، این است که حتی زمانیکه کلاس های مشابه رنگزا برای رنگرزی استفاده می شود، رنگ پذیری اجزا مختلف می باشد. که این سبب رنگرزی نایکنواخت مواد می شود. از این نقطه نظر، لازم است تا فرآیند رنگرزی تک حمامه با استفاده از یکی از کلاس های رنگزا از قبیل اسیدی فعال، دیسپرس، کاتیونیک، و پروسینیل (دیسپرس فعال) بررسی گردد. از مقالات میدانیم که الیاف PU در محیط اسیدی رنگرزی می شوند. ما الیاف PU را با رنگزاهای اسیدی و کاتیونیک در محیط اسیدی و با رنگزاهای دیسپرسی و پروسینیل در محیط خنثی رنگرزی کردیم. رنگ پذیری از طیف های انعکاسی ارزیابی شد و مطابق دستورالعمل گورویچ- کیوبلکا- مانک بر روی اسپکتروفتومتر Minolta (ژاپن) با استفاده از نرم افزار Orientex (ایتالیا) بدست آورده شد. منحنی های همبستگی در شکل روند ماهیت چندجمله ای درجه ۲ که انحراف ریشه دوم میانگین حسابی نقاط آزمایشی است، ساخته شدند. تاثیر دما و پارامترهای سینتیک و نفوذ فرآیند رنگرزی لیف PU بررسی شدند. در واقع، دمای رنگرزی باید بالاتر از دمای انتقال شیشه ای باشد، و دمای آزمایشی انتخاب شده در محدوده ۱۰۰ ^{o}C-۰ بود. با اشاره به disperse red-brown و cationic blue O (شکل های ۱ و ۲)، می توان مشاهده کرد که رنگ پذیری با افزایش دمای رنگرزی به ۸۰-۶۰ ^{o}C افزایش می یابد و شدت رنگ با افزایش بیشتر دما کاهش می یابد. مشابه چنین وضعیتی در حالت رنگرزی لیف PU با رنگزاهای دیگر نیز دیده می شود. برای تعیین پارامترهای سینتیک، ۶۰ ^{o}C به عنوان دما با توجه به ملاحظات صرفه جویی انرژی و گرما انتخاب شد. رنگرزی همزمان برای مقایسه تغییر در شدت رنگ با زمان و همچنین الیاف دیگر که رنگزاهای تست آفینیته دارند از قبیل رنگزاهای اسیدی برای پشم، رنگزاهای کاتیونیک برای لیف پلی اکریلونیتریل (PAN)، رنگزاهای دیسپری برای الیاف پلی استر (PE) و پلی آمید (PA)، و پروسینیل برای لیف پلی آمید، تعیین شد. توجه کنید که تقریبا در تمام حالات، رنگ پذیری لیف PU، همانطور که بوسیله مثال رنگرزی لیف PU و PA با رنگزای disperse bright-pink نشان داده شده است (شکل ۳)، ۴-۲ برابر الیاف دیگر بدون در نظر گرفتن کلاس رنگزا بود. بدلیل دمای رنگرزی نسبتا کم و مختصات ساختاری (ساختار فوق مولکولی بسیار فشرده شده)، رنگ پذیری بسیار کم (تقریبا ۵/۵ برابر کمتر) برای لیف PE متداول است. در حالت رنگرزی لیف PAN و PU با رنگزای cationic red 2C، الگوی وابستگی سینتیک رنگ پذیری مشابه است، یعنی، شدت رنگ افزایش می یابد (شکل ۴). توجه کنید که شدت رنگ لیف PU تقریبا ۲/۴-۲ برابر بیشتر از لیف PAN می باشد.

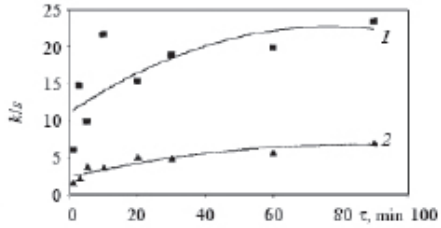
پروسینیل یک استثناء بود، رنگرزی با آن، افزایش چشمگیری در رنگ پذیری لیف PU در محدوده ۱۰-۱ دقیقه نشان می دهد و پس از آن شدت رنگ به تدریج کاهش می یابد (شکل ۵). چنین وضعیتی کاملا با رابطه متداول در مختصات f(t) =k/s متفاوت می باشد، که در آن k، ضریب جذب است که متناسب با رنگ موجود در لیف است و s ضریب انتشار (پراکندگی)



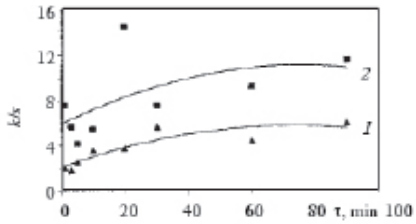
شکل ۱. تاثیر دما بر رنگ پذیری الیاف PU رنگرزی شده با رنگزای disperse red-brown (red-cinnamonic).



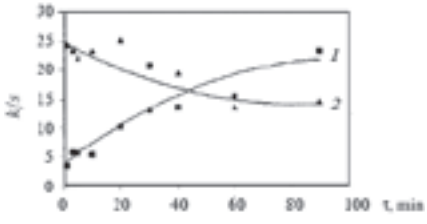
شکل ۲. تاثیر دما بر رنگ پذیری الیاف PU (۱) و پلی اکریلو نیتریل (۲) رنگرزی شده با cationic blue O.



شکل ۳. سینتیک های رنگرزی لیف PU (۱) و PA (۲) با رنگزای bright-pink.



شکل ٤. سینتیک های رنگرزی لیف PAN (۱) و PU (۲) با رنگزای کاتیونیک.



شکل ۵. سینتیک های رنگرزی الیاف پشم (۱) و PU (۲) با procinyl orange.

است. می توان گفت که پروسینیل و لیف PU به صورت شیمیایی واکنش می دهند، که الگوی معمول رابطه سینتیک نفوذ رنگزا به لیف را تغییر می دهد. به منظور تعیین پارامترهای نفوذ رنگرزی لیف PU، مشخصات نسبی با اشاره به سرعت نفوذ برای هر یک از الیاف مورد بررسی، فهرست شده است (جدول ۱). از جدول ۱ می توان مشاهده کرد که سرعت نفوذ رنگزاهای دیسپرس و کاتیونیک و پروسینیل ها در لیف PU افزایش می یابد. در حالت رنگزاهای اسیدی، سرعت نفوذ برای لیف PU دو برابر بیشتر است. اگر دمای انتقال شیشه ای بین ۴۰- تا ۶۰°C- بحساب بیاید، تغییر در دمای رنگرزی لیف PU از ۱۰۰°C-۰ با تغییر در پارامترهای فیزیک و مکانیکی همراه می شود. به این دلیل، آنالیز مقاومت مکانیکی از قبیل نیروی گسیختگی لیف PU رنگرزی شده با رنگزاهای مورد بررسی در محدوده دمایی اشاره شده در بالا، صورت گرفت. توجه داشته باشید که نیروی گسیختگی لیف PU رنگرزی نشده ۰/۹ N است. تعیین مقاومت مکانیکی لیف PU نشان داد که بیشترین نیروی گسیختگی زمانیکه رنگرزی در ۶۰°C-۴۰ با رنگزاهای دیسپرس و پروسینیل‌ها انجام شود، مشاهده می گردد. در حالت رنگرزی با رنگزاهای اسیدی، دما تاثیر واضحی بر روی مقاومت مکانیکی نشان نمی دهد. بهترین شاخص های نیروی گسیختگی در حالت رنگرزی با رنگزاهای کاتیونیک بین ۲۰ تا ۶۰°C مشاهده می شود که در این حالت نیروی گسیختگی بیشتر از حالت اولیه، لیف PU رنگرزی نشده، نیست.

مهمترین معیار هر یک از رنگزاهای بدست آمده پایداری آنها در برابر اثرات خارجی تحت شرایط کار، بخصوص در برابر شستشو که در مصارف خانگی بسیار متداول است، می باشد. از جدول ۲ می توان دریافت که، پایداری نسبتا بالای رنگ لیف PU، زمانیکه رنگرزی با رنگزای آنتراکینون acid bright-blue،cationic red 2C و پروسینیل انجام می شود، می تواند بدست آید. بنابراین، برای رنگرزی لیف PU، خارج از کلاس های رنگزا ما اصولا رنگزاهای پروسینیل و اسیدی را پیشنهاد کردیم که براقیت ملایم و رنگ پایدار را تضمین می کنند.

توجه کنید که شرایط توسعه یافته رنگرزی با یک کلاس واحد از رنگزاها برای مخلوط های مختلف از مواد نساجی حاوی الیاف PU محتمل است. که آن شامل تغییر پارامترهایی از قبیل دما، مدت زمان، pH، طبیعت عامل اصلاح کننده منسوج می باشد، که حداکثر تثبیت رنگزا و ثبات رنگ بدست آمده با نگهداری کامل خواص فیزیک و مکانیکی لیف تضمین می کند.

جدول ۱. پارامترهای نفوذ فرآیند رنگرزی

Dye	PU R = 4.5 μm	PA R = 1.5 μm	Wool R = 1μm	PAN R = 1 μm	PE R = 2 μm
	$D.10^{-16}$, m^2 / sec	$D.10^{-16}$, m^2 / sec	$D.10^{-16}$, m^2 / sec	$D.10^{-16}$, m^2 / sec	$D.10^{-16}$, m^2 / sec
Disperse brightpink	۲۱۲/۶۳	۸/۷۸۶	–	–	۳۲/۳۱
Acid brigh-blue anthraqui none	۱۰/۶۳	۲۳/۶۳	–	–	–
Cationic blue O	۲۱۲/۶۳	–	–	۰/۸۱	–
Cationic red 2C	۲۱۲/۶۳	–	–	۳/۵۶	–
Procinyl scarlet	۲۱۲/۶۳	–	۲/۱۴	–	–
Procinyl orange	۲۱۲/۶۳	–	۱/۱۸	–	–

توجه: R- شعاع لیف و D- سرعت نفوذ رنگزا

جدول ۲. پایداری رنگ لیف PU در مقابل شستشو

Dye	Point
Disperse brightpink	۴/۱
Acid brigh-blue anthraqui none	۴/۵
Procinyl scarlet	۴/۴
Procinyl orange	۵/۴
Cationic red 2C	۵/۴
Cationic blue O	۳/۲