

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی نساجی

پایان نامه کارشناسی ارشد

شیمی نساجی و علوم الیاف

کوپلیمریزاسیون پیوندی پلی اتیلن گلیکول روی پارچه پلی اتیلن ترفتالات

و بررسی خصوصیات حرارتی و مکانیکی الیاف حاصله

نگارش

روح الله رضازاده

اساتید راهنما

دکتر سید هژیر بهرامی

بهمن ۱۳۸۷



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

تاریخ:

شماره:

فرم اطلاعات پایان نامه

کارشناسی - ارشد و دکترا

معاونت پژوهشی

فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: روح الله رضازاده
شماره دانشجویی: ۸۵۱۲۸۰۴۰
الیاف

دانشجوی آزاد بورسیه معادل
دانشکده: نساجی رشته تحصیلی: مهندسی نساجی گروه: شیمی نساجی و علوم

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: سید هزیر بهرامی
درجه و رتبه: دانشیار

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی:
درجه و رتبه:

نام و نام خانوادگی:
درجه و رتبه:

عنوان پایان نامه به فارسی: کوپلیمریزاسیون پیوندی پلی اتیلن گلیکول روی پارچه پلی استر و بررسی خصوصیات حرارتی و مکانیکی الیاف
حاصله

عنوان پایان نامه به انگلیسی: graft copolymerization of peg on polyester fabric and their thermal and mechanical properties

نوع پروژه: کارشناسی ارشد دکترا سال تحصیلی: ۱۳۸۵
کاربردی بنیادی توسعه‌ای نظری

تاریخ شروع: ۱۳۸۶/۷/۱ تاریخ خاتمه: ۱۳۸۷/۱۰/۲۳ تعداد واحد: ۶ سازمان تأمین کننده اعتبار: دانشگاه امیر کبیر

واژه‌های کلیدی به فارسی: کو پلیمریزاسیون پیوندی - گرافت - پلی اتیلن گلیکول - پلی استر

واژه‌های کلیدی به انگلیسی: graft copolymerization, graft, polyester, poly ethylene glycole

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات ۷۴	تصویر <input checked="" type="radio"/> جدول <input checked="" type="radio"/> نمودار <input checked="" type="radio"/> نقشه <input type="radio"/> واژه‌نامه <input type="radio"/>	تعداد مراجع ۲۳	تعداد صفحات ضمیمه
زبان متن	فارسی <input checked="" type="radio"/>	انگلیسی <input type="radio"/>	فارسی <input checked="" type="radio"/>	انگلیسی <input checked="" type="radio"/>
یادداشت				

نظرها و پیشنهادهای به منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

تاریخ:

امضاء استاد راهنما:

تقدیر و تشکر

در ابتدا بایسته است تا از زحمات بی دریغ اساتید راهنمای پروژه، جناب آقای دکتر سید هژیر بهرامی و آقای مهندس مظاهری به خاطر راهنمایی‌های گراندیشان که امکان تهیه نمونه‌های مورد نیاز را برای اینجانب فراهم نمودند کمال تشکر را داشته باشم.

از درگاه ایزد هر آنچه را که بهترین است برایشان آرزومندم

چکیده

کوپلیمریزاسیون گرافت پلی اتیلن گلیکول روی پارچه پلی استر با استفاده از بنزوئیل پروکسید مورد بررسی قرار

گرفت. از منومر اکریلیک اسید و متاکریلیک اسید به عنوان پلی بین پارچه PET و PEG استفاده شد.

اثر پارامترهای مختلف مثل غلظت منومر و آغازگر و دما روی درصد گرافت بررسی گردید. افزایش غلظت منومر

باعث افزایش درصد گرافت تا یک حدی گردید و بعد یک غلظت معین درصد گرافت کاهش داشت که آن بعلت

وجود هموپلیمریزاسیون در حمام گرافت می باشد، نمونه گرافت شده و گرافت نشده با FTIR , DSC و SEM مورد

آزمایش قرار گرفته شد. خصوصیات مکانیکی پارچه نیز بررسی گردید.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول
۱-۱-۱	تاریخچه الیاف پلی استر
۲-۱	رشد تولید پلی استر در جهان
۳-۱	پلی استرهای اصلاح شده
۴-۱	انواع پلی استر اصلاح شده
۵-۱	روشهای اصلاح الیاف پلی استر
۱-۵-۱	اصلاح درالیاف حین تولید (ریسندگی اولیه)
۲-۵-۱	اصلاح در حین کاربرد
۳-۵-۱	تبلور اضافه
۴-۵-۱	تخریب کنترل شده سطحی
۶-۱	پلی اتیلن گلیکول (PEG)
۷-۱	تکمیل شیمیایی الیاف و پارچه
۱-۷-۱	الیاف پر شده و یا آغشته شده با PEG
۲-۷-۱	پارچه عمل شده با PEG۶۰۰
۸-۱	پلیمریزاسیون PET/PEG و تبدیل آن به لیف
۹-۱	گرافت
۱-۹-۱	گرافت به روش تابشی
۲-۹-۱	گرافت به روش شیمیایی
۳-۹-۱	گرافت به روش پلاسما
۱۰-۱	گرافت روی الیاف پلی استر

فصل دوم

- ۲-۱- وسایل استفاده شده ۲۹
- ۲-۲- مواد استفاده شده ۳۰
- ۳-۲- دستگاه‌های مورد استفاده ۳۱
- ۴-۲- خصوصیات برخی از مواد مصرفی ۳۱
- ۲-۴-۱- اکریلیک اسید (CH_2CHCOOH) ۳۱
- ۲-۴-۲- متاکریلیک اسید ۳۱
- ۲-۴-۳- بنزوئیل پروکسید ۳۲
- ۲-۴-۴- کلرایدمس آب ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ۳۲
- ۲-۴-۵- یونیوآدین پی بی (univadinPB) ۳۳
- ۲-۵- آماده سازی پارچه ۳۳
- ۲-۶- آزمایشات ۳۳
- ۲-۶-۱- پیوند دهی اکریلیک اسید بر پارچه پلی‌استر ۳۳

فصل سوم

- ۳-۱- اثر غلظت آغازگر بر درصد گرافت ۳۹
- ۳-۲- تاثیر افزایش منومر روی درصد گرافت ۴۳
- ۳-۳- تاثیر دما بر روی درصد گرافت ۴۸
- ۳-۴- بررسی خواص حرارتی به وسیله DSC ۵۳
- ۳-۵- بررسی نتایج طیف مادون قرمز ۵۷
- ۳-۵-۱- آماده سازی نمونه ها ۵۷
- ۳-۵-۲- بررسی طیف ها ۵۸
- ۳-۶- بررسی خواص مکانیکی ۶۳

۶۴	۷-۳ تصاویر سطحی از نمونه‌ها
۶۹	نتیجه گیری
۷۰	پیشنهادات
۷۱	منابع و مراجع

فصل اول

کلیات و تعاریف

۱-۱- تاریخچه الیاف پلی‌استر

از پلی‌استرهای مصنوعی تجاری اولیه، می‌توان به رزین‌های آلکید^۱ یا گلیپتال‌ها^۲ اشاره نمود که معمولاً از واکنش گلیسرول و انهیدریدفتالیک، پلیمری با شاخه‌های زیاد و در نهایت با اتصالات عرضی به وجود می‌آید و از آن در رنگ دیوار و روغن جلا استفاده می‌شود. در سال ۱۹۲۸ حق امتیازی آن در آلمان ثبت گردید و در آن فرآیندهایی برای تولید الیاف از طریق ذوب‌ریسی پلیمرهای فوق که در آنها بطور کامل اتصالات عرضی ایجاد نشده بود، شرح داده شد که در ادامه با انجام فرآیند پخت در یک دمای مناسب بر روی الیاف، اتصالات عرضی بیشتری به وجود آمد. همچنین انجام فرآیند ریسندگی محلول در حلال‌هایی چون استون نیز شرح داده شد. این الیاف به صورت تجاری عرضه نگردیدند.

در همین زمان، در فوریه سال ۱۹۲۸، کاروتز به شرکت دوپونت پیوست و برنامه تحقیقاتی گسترده‌ای را برای توضیح ماهیت پلیمرها طراحی نمود. یکی از موضوعات اصلی تحقیقات وی، واکنش میان دیول‌ها و اسیدهای دی‌کربوکسیلیک بود که با اطمینان می‌توان گفت که در این واکنش پلی‌استرها تولید می‌گردند. با استفاده از ۵ درصد دیول اضافی نسبت به مقدار تئوری مورد نیاز، کارتروز و آروین^۳ پلی‌استرهایی را با وزن مولکولی حداکثر حدود ۴۰۰۰ تهیه نمودند ولی امکان استفاده از این پلیمرها وجود نداشت [۱]. همچنین هیل^۴ یک واحد پلیمرشدن طراحی نمود که در آن از یک پمپ نفوذ جیوه برای کاهش فشار به ۵-۱۰ میلیمتر جیوه استفاده گردید، وی اسید اکتادی‌کاندیوئیک را با مقدار اضافی

1- Alkyd

2- Glyptal

3- Arvin

4- J W Hill

پروپان ۱,۳- دیول عمل نمود و با استفاده از دستگاه تقطیر مولکولی، مقدار پروپان دیول موجود در فضای بخار را کاهش داد. در نتیجه هیل توانست محصولی با وزن مولکولی حدود ۱۲۰۰۰ بدست آورد. در ۳۰ آوریل سال ۱۹۳۰، او دریافت که می‌توان از پلیمر مذاب لیف تولید کرد و هنگامی که این الیاف در برابر نیروی کششی قرار می‌گیرند، در نقطه گردن به صورت برگشت‌ناپذیر کشیده شده و امتداد می‌یابند و بدین ترتیب لیفی آرایش یافته با استحکام کششی و مدول بالا بوجود می‌آید [۲,۳].

در سال ۱۹۳۹ تحقیقات مجددی توسط وینیفلد در انگلستان شروع گردید. وی خواص الیاف پلی‌استر حاصل از پلیمریزاسیون فتالیک اسید (۱,۲ بنزن دی کربوکسیلیک اسید)، ایزو فتالیک اسید (۱,۳ بنزن دی کربوکسیلیک اسید) و ترفتالیک اسید (۱,۴ بنزن دی کربوکسیلیک اسید) را با اتیلن-گلیکول مورد مطالعه قرار داد. وینیفلد دریافت که پلیمر حاصل از فتالیک اسید دارای دمای ذوب بسیار پایین بوده و عملاً قابلیت ریسیده شدن را نداشت. پلیمر حاصل از ایزو فتالیک اسید خواص بهتری از خود نشان داد. این پلیمر دارای دمای ذوب در حدود ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بوده و ریسندگی اولیه آن نیز امکان پذیر بود. در مقابل پلیمر تهیه شده از ترفتالیک اسید از دمای بالای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و قابلیت تبلور برخوردار بود. این پلی‌استر تریلین نام گرفت. بررسی و تحقیقات نشان داد که وجود حلقه آروماتیک در پلی‌استر با وزن مولکولی بالا باعث افزایش دمای ذوب و پایداری و سختی می‌شود.

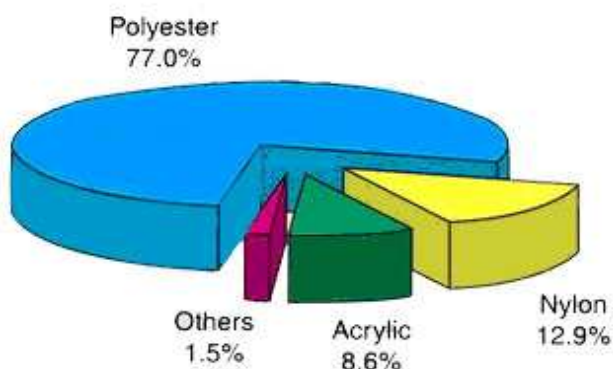
۲-۱ رشد تولید پلی‌استر در جهان

تولید الیاف پلی‌استر به سرعت رشد و گسترش یافت. در سال ۱۹۷۲، پلی‌استر از نایلون پیشی گرفت و عنوان مهمترین لیف مصنوعی را به خود اختصاص داد. در سال ۱۹۹۰، تولید پلی‌استر جهان (فیلامنت و الیاف کوتاه) در کل ۲۰ بیلیون پوند بوده که در سال ۲۰۰۲ دو برابر گشته و به ۴۶ بیلیون پوند رسیده که انتظار می‌رود در سال ۲۰۱۰ به ۶۴ بیلیون پوند برسد که در جدول (۱-۱) گزارش شده است، البته قیمت جهانی نفت در این راستا بسیار تاثیر گذار است [۴].

جدول (۱-۱) تولید الیاف بشر ساخته در جهان [۴].

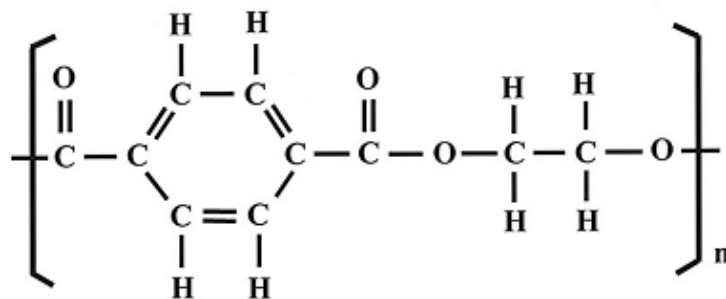
World Man-Made Fiber Production (billion lb)						
	1990	1995	2000	2002	2005	2010
Acrylic	5,115	5,391	5,886	5,952	5,500	5,000
Nylon	8,241	8,244	8,976	8,609	8,500	8,150
Polyester	19,131	26,248	42,050	46,200	53,000	64,000
Olefin	6,792	9,610	12,647	12,076	15,000	20,000
Cellulosic	6,079	5,371	4,884	4,670	4,450	3,900
Other	348	600	691	797	900	1,125
Total	45,706	55,464	75,134	78,276	87,350	102,175

تولید الیاف مصنوعی در سال ۲۰۰۴ حدود ۳۳ میلیون تن بوده و در این سال تولید پلی‌استر ۷۷٪ تولید جهان را به خود اختصاص داده در حالی که نایلون و اکریلیک حدود ۲۱٪ تولید گردیده‌اند که در شکل (۱-۱) مشاهده می‌شود.



شکل (۱-۱) تولید جهانی مواد مصنوعی در سال ۲۰۰۴ [۴].

الیاف پلی‌استر از ماکرومولکول‌های خطی تشکیل شده‌اند که حداقل ۸۵ درصد وزن پلیمر تشکیل دهنده آنها شامل استر یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک جایگزین شده است. در شکل (۱-۲) ساختار الیاف پلی‌اتیلن ترفتالات نشان داده شده است.



شکل (۱-۲) ساختار الیاف پلی اتیلن ترفتالات

پلی استر مهمترین لیف تجاری مصنوعی در طبقه الیاف پلی استر از نظر تولید می باشد. وجود نواحی بلوری در الیاف پلی استر توسط آزمایشات متفاوت به اثبات رسیده است. زنجیره های مولکولی در پلی اتیلن ترفتالات خطی بوده و می تواند به صورت متراکم در کنار یکدیگر قرار گیرند و بلوری گردند واحد بلوری که شامل یک واحد تکرار شونده $C_6H_4.CO-O(CH_2)_2O-CO-$ است تری کلینیک نام دارد. یعنی دارای ابعاد و زوایای غیر مساوی بوده و طول واحد تکراری آن $10/75$ آنگسترم می باشد.

الیاف PET دارای نقطه ذوب 264 درجه سانتی گراد می باشد که تقریباً مشابه نقطه ذوب نایلون با 265 درجه سانتی گراد است. نقطه ذوب بالا در پلی آمیدها به پیوندهای هیدروژنی بین گروه های آمید نسبت داده شده است، اما در پلی استر انتظار چنین پیوندی وجود ندارد. نقطه ذوب بالای PET در مقایسه با پلی استرهای آلیفاتیک در نتیجه نیروهای قوی بین مولکولی نیست بلکه به سختی حلقه های آروماتیک با گروه های اتصال دهنده $-COO-$ نسبت داده شده است و به دلیل اتصالات ضعیف بین زنجیرها و اثر سخت کنندگی حلقه بنزن پلی اتیلن ترفتالات سریعاً متبلور نمی شود.

برای پلی استر کاملاً بلوری بی نظم و الیاف تجاری جرم مخصوص های متفاوتی گزارش شده است. برای الیاف تجاری پلی استر جرم مخصوص $1/38$ را گزارش نموده اند. در حالی که برای الیاف پلی استر بلوری که دارای شبکه بلوری است جرم مخصوص پلی استر بی نظم $1/33$ گزارش شده است، یعنی برای حالتی که پلی اتیلن ترفتالات بطور سریع از حالت مذاب به حالت انجماد در آید.

رطوبت بازیافتی آنها بی نهایت ضعیف است (برابر $0/4$ درصد در 25 درجه و در 65 درصد رطوبت نسبی می باشد) که این موضوع بیانگر ثبات زیاد کالاهای پلی استری در شرایط خیس و خشک شدن سریع آنها است. [۵]

ویژگی‌های نساجی پارچه‌های پلی‌استری عبارتند از زیر دست مناسب، چروک‌ناپذیری عالی، مقاومت بسیار زیاد در برابر مصرف و پارگی، ثبات ابعادی عالی، عایق حرارتی خوب، سهولت نگهداری، امکان اتوی دایم، مقاومت بیولوژیکی بالا، مقاومت عالی در برابر بید، مقاومت عالی در برابر سایش، کاهش استحکام در اثر مدت طولانی قرار گرفتن در معرض نور خورشید.

در ساختار مولکول‌های زنجیرهای پلی‌استری، گروه‌های فعال شیمیایی مانند گروه‌های اسیدی و قلیایی وجود ندارد و تنها عامل فعالی که در زنجیر پلی‌استری مشاهده می‌شود گروه‌های کربونیل است که این گروه‌ها قادرند با رنگزای مورد مصرف اتصالات ضعیف هیدروژنی برقرار کنند، مورد دیگری که در امر رنگرزی الیاف پلی‌استر مطرح است خاصیت آب‌گریزی بالای این زنجیرها و جذب پایین آنها است. با توجه به موارد فوق این الیاف قابل رنگرزی با رنگزای آنیونیک و کاتیونیک نیستند رایج‌ترین و مناسب‌ترین رنگزا برای رنگرزی الیاف پلی‌استر، رنگزای دیسپرس می باشد.

می‌توان نتیجه گرفت که اجرای رنگرزی الیاف پلی‌استر در شرایط معمولی به آسانی میسر نیست. جهت دستیابی به رنگزای مطلوب و کلیه فام‌ها و عمق‌های مورد نظر با این رنگ ناگزیریم رنگرزی را در یکی از این شرایط اجرا کنیم:

- به کار گیری رنگزای با اندازه مولکولی کوچک و تصعید آنها به داخل کالا
- اجرای رنگرزی در درجات حرارتی بالا
- استفاده از تسریع کننده

یک روش دیگر برای رنگرزی الیاف پلی‌استر، اصلاح سطحی الیاف بوسیله عمل کوپلیمریزاسیون می‌باشد که به این وسیله می‌توان گروه‌های فعال مانند گروه‌های کربوکسیل را روی زنجیر پلی‌استری نشانند و سپس از رنگزاهای مانند رنگزای بازیک (کاتیونیک) و اسیدی (آنیونیک) استفاده کرد که به دلیل ایجاد پیوند نمکی بین رنگزا و لیف از ثبات شستشویی خوبی برخوردار هستند.

بطور کلی انجام عملیاتی که تبلور الیاف آرایش یافته را کاهش می‌دهد باعث کم شدن دمای انتقال شیشه‌ای آنها می‌شود و در پی آن افزایش سرعت پخش مولکول‌های رنگزا را به دنبال دارد. در حالت کلی کوپلیمریزاسیون، رنگ‌پذیری را حتی در نواحی غیر قابل انعطاف افزایش می‌دهد. همچنین الیاف پلی‌استر می‌توانند قابلیت رنگرزی با رنگزای آنیونیک و کاتیونیک را بوسیله کوپلیمریزاسیون گروه‌هایی که شامل عامل سولفونات هستند پیدا کنند [۶]

۱-۳- پلی استرهای اصلاح شده

تحقیقات برای اصلاح پلی استر از اوایل دهه ۱۹۵۰ شروع گردید. الیاف پلی استر اصلاح شده، بخشی از تولید کل پلی استر تولیدی را تشکیل می دهند. این الیاف در مقایسه با پلی استر معمولی دارای خصوصیات بهتری از نقطه نظر کاربرد می باشند. الیاف پلی استر دارای عیوبی مثل جذب آب کم و تمایل زیاد به تشکیل پرز و رنگرزی مشکل و سخت می باشند. اهداف برای اصلاح پلی استر، شامل کسب خواص جدید و بهبود بخشیدن به خواص مثبت و کاهش خواص منفی می باشد [۷].

۱-۴- انواع پلی استر اصلاح شده

الیاف مصنوعی دارای چند خاصیت مهم مثل استحکام بالا و مقاومت بالا در مقابل سایش و برگشت پذیری و ثبات ابعادی می باشد که به کالای تهیه شده از آن دوام می بخشد در مقابل این الیاف دارای خواص نامطلوبی چون آب گریز بودن و تمایل به تشکیل الکتریسیته ساکن و چرک شدن سریع می باشد، پوشاک تهیه شده از الیاف مصنوعی بعلت داشتن زبردست نامطبوع و پایین بودن خاصیت عایق بندی گرمائی و عدم جذب رطوبت و تماس نامطبوع با پوست بدن از راحتی پوشش برخوردار نمی باشد. به کمک اصلاح، خصوصیات منفی آنها را کاملا و یا تا حدودی کاهش می دهد.

۱-۵- روش های اصلاح الیاف پلی استر

لازم به ذکر است که به طور کلی اصلاح عیوب پلی استر و در عین حال نگهداری از خواص خوب آن به کمک یک روش امکان پذیر نبوده و به همین علت اصلاح پلی استر با توجه به هدف های مورد نظر به کمک روش های متعددی صورت می پذیرد. اصلاح یک خواص ممکن است تضعیف خواص دیگر را به دنبال داشته باشد این اصلاحات ممکن است یا روی الیاف باشد و یا در مرحله پلیمریزاسیون صورت بگیرد.

۱-۵-۱- اصلاح درالیاف حین تولید (ریسندگی اولیه)

یکی از این روش ها اصلاح در حین تولید (ریسندگی اولیه) می باشد، که بیشتر به عنوان اصلاح فیزیکی در نظر گرفته می شود که شامل تغییر شکل روزنه رشته ساز، افزایش سرعت تولید، تغییر شرایط کشش و تثبیت و تغییر ظرافت نخ می باشد.

۱-۵-۲- اصلاح در حین کاربرد

اصلاح الیاف پلی استر قبل و بعد از تبدیل آن‌ها به منسوجات به این گروه تعلق دارد بعنوان مثال می توان از تکمیل با مواد شیمیایی، تثبیت گرمایی، گرافت (پیوند زنی)، تبلور اضافه و تخریب سطحی اشاره نمود.

۱-۵-۳- تبلور اضافه

تبلور القا شده توسط حلال جهت افزایش رنگ‌پذیری پلی اتیلن ترفتالات انجام می‌شود. به این ترتیب تبلور به کمک حلال‌هایی که قادر به ایجاد تورم زیاد می‌باشند افزایش داده می‌شوند. پس از زدودن حلال، ساختار لیف بهم ریخته و در نتیجه شکافهایی در سطح لیف و فضاهای در داخل آن شکل می‌گیرد که نفوذ رنگینه‌های دیسپرس به داخل الیاف را آسان می‌سازد. استفاده از دی‌متیل‌فرم‌آمید در ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، جذب رنگینه‌های دیسپرس را توسط پلی اتیلن ترفتالات در دمای جوش به مقدار ۵ برابر افزایش می‌دهد. با توجه به گران و سمی بودن حلال‌ها این روش عملاً به مقدار زیاد مورد استفاده قرار نگرفته است. کاهش انرژی مصرفی در رنگرزی این نوع پلی استر اصلاح شده حائز اهمیت است.

۱-۵-۴- تخریب کنترل شده سطحی

تخریب کنترل شده سطحی که از طریق اکسیداسیون و یا هیدرولیز انجام می‌شود به افزایش سطح مخصوص الیاف پلی اتیلن ترفتالات می‌انجامد. تشکیل گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل بر اثر تخریب پیوندهای استری در پلی اتیلن ترفتالات، افزایش جذب آب در سطح الیاف و بهبود زیر دست و افت را به همراه دارد. فرآیند تخریب باید به نحوی کنترل گردد که تخریب فقط به سطح الیاف محدود گردیده و به داخل لیف نفوذ ننماید. متداول‌ترین روش تخریب به کمک سود سوز آور غلیظ و در دمای حدود ۹۵ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود. با توجه به این‌که سود سوز آور و همچنین آمین‌آروماتیک در محلول‌های مائی تولید هیدرات‌های حجیم نموده و این هیدرات‌ها قادر به نفوذ در داخل الیاف نیستند هیدرولیز بصورت تدریجی و بصورت لایه‌لایه صورت می‌پذیرد که به آن واکنش توپو شیمیایی گفته می‌شود. در مقابل هیدرات‌های تشکیل شده توسط آمونیاک دارای حجم کمتری بوده و براحتی قادر به نفوذ در داخل الیاف هستند. از آنجا که مناطق با کمترین نظم در ابتدا مورد حمله هیدرولیزی قرار می‌گیرند لذا به همین علت، استحکام الیاف کاهش یافته و الیاف ترد و شکننده می‌شوند.

اثر مشابه‌ای روی الیاف پلی‌استر عمل شده با کاربرد که در سود سوزآور قرار داده می‌شود کسب می‌گردد. کاربرد ساختمان بسته پلی‌استر را باز کرده و در نتیجه نفوذ هیدرات‌های بزرگ‌تر به داخل لیف امکان پذیر می‌سازد [۸].

هیدرولیز پیوند استری و به عبارت دیگر شکست آن کاهش درجه پلیمریزاسیون پلی اتیلن-ترفتالات را به همراه درجه تخریب در هیدرولیز قلیایی توسط کاهش وزن توده الیاف اندازه‌گیری می‌شود، سرعت هیدرولیز با افزایش دمای قلیا شدت پیدا می‌کند اما با افزایش زمان، سرعت هیدرولیز تقریباً به صورت خطی افزایش می‌یابد.

آزمایشات نشان داد که عمل کردن پلی‌اتیلن‌ترفتالات با محلول مائی ۵۰ در صد اتیل آمین در ۳۰ درجه سانتی‌گراد قبل قرار دادن آن در محلول سود سوز آور ۱/۵ درصد جوش، ظاهر پشم مانندی به الیاف می‌دهد. هیدرولیز سطحی الیاف پلی‌اتیلن‌ترفتالات در اسیدهایی مثل سولفوریک، فسفوریک، در دمای بین ۸۰ تا ۲۰۰ درجه و مدت عمل ۱/۰ تا ۳۰ دقیقه امکان‌پذیر می‌باشد. در این حالت مشابه هیدرولیز قلیایی، سطح مخصوص افزایش یافته و بخشی از سطح الیاف آب‌دوست می‌گردد. افزایش خاصیت آب‌دوستی، کاهش تمایل به چرک شدن را به همراه دارد.

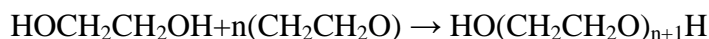
۱-۶- پلی‌اتیلن‌گلیکول (PEG)

پلی‌اتیلن‌گلیکول اغلب بعنوان پلی‌اتیلن‌اکساید (POE) که یک نوع مهم از نوع پلی‌اترها می‌باشند شناخته می‌شود.

پلی‌اتیلن‌اکساید اشاره به الیگومر یا پلیمری از اتیلن‌اکساید دارد، این نام‌ها به طور شیمیایی مترادف هستند اما از لحاظ تاریخچه پلی‌اتیلن‌گلیکول اشاره به الیگومرها و پلیمرهای با جرم مولکولی زیر ۲۰۰۰۰ g/mol و پلی‌اتیلن‌اکساید به پلیمری با وزن مولکولی بیش از ۲۰۰۰۰ g/mol اشاره دارد.

پلی‌اتیلن‌گلیکول و پلی‌اتیلن‌اکساید بصورت مایع یا جامد با دمای ذوب پایین می‌باشند که بستگی به وزن مولکولی پلیمر مربوطه دارد.

PEG از خانواده پلیمرهای خطی محلول در آب است. که از واکنش اضافی اتیلن‌اکساید با منومرهای اتیلن‌گلیکول یا دی‌اتیلن‌گلیکول که در شکل (۱-۴) نشان داده شده است حاصل می‌گردد. در این رابطه n میانگین گروه‌های اتیلن‌اکساید تکراری می‌باشد.



شکل (۱-۴) واکنش اضافی اتیلن اکساید با دی اتیلن گلیکول

یکی از استفاده‌های معمول از PEG با وزن مولکولی ۳۳۵۰ در آب و ساخت نوشیدنی که بصورت پودر برای مهیا سازی روده قبل تشخیص بیماری در روده‌شناسی است استفاده می‌گردد. همچنین در زمینه نساجی از سالهای دور از PEG در تکمیل ضد چروک کالاهای نساجی با غلظت ۱-۲٪ بعنوان نرم‌کن و همچنین ماده‌ای که فرمالدهید آزاد را کاهش می‌دهد استفاده می‌شد. خصوصیات فیزیکی PEG بستگی به وزن مولکولی PEG دارد که روی برخی ویژگی‌ها تاثیر گذار است.

افزایش وزن مولکولی PEG منتج به کاهش قابلیت حل شدن در آب یا حلال می‌شود. PEG اغلب در بسیاری از حلال‌های آلی قطبی مثل استن، الکل، آب و متانول، محلول است ولی در دی اتیل اتر نامحلول است. با افزایش وزن مولکولی قابلیت آب‌دوستی کم می‌شود و ویسکوزیته آن با افزایش دما نیز کاهش می‌یابد، همچنین پلی اتیلن گلیکول فراریت کمی دارد و برای یک دوره محدود از زمان و شرایط زیر ۳۰۰ درجه و بدون اکسیژن پایدار در برابر حرارت می‌باشد.

استفاده از پلی اتیلن گلیکول در نساجی با وزن مولکولی متفاوت با استفاده از روش کوپلیمریزاسیون و یا پوشش پلی اتیلن گلیکول روی سطح پارچه و یا روش گرفت شیمیایی خصوصیات ویژه‌ای به پارچه یا منسوج می‌بخشد که از آن جمله خصوصیت جذب گرما و رهایی گرما و عایق‌بندی حرارتی و عایق‌بندی خورشیدی و بازتاب پرتو مادون قرمز و افزایش جذب رطوبت و ثبات رنگی و شستشویی می‌باشد. [۹]

۱-۷- تکمیل شیمیایی الیاف و پارچه

۱-۷-۱- الیاف پر شده و یا آغشته شده با PEG

اگر چه بسیاری از نمک‌های هیدرات غیر آلی، در ساختار درونی الیاف تو خالی در جذب گرما و رهایی گرما در ابتدا موثر بودند، ولی آنها رفتار حرارتی ضعیفی در تکرار سیکل گرمایش و سرمایش از خود نشان دادند. در سال ۱۹۸۳ ویگو و فورست الیاف را با ۵۷٪ محلول مائی PEG و با میانگین وزن مولکولی ۴۰۰ تا ۳۳۵۰ که در جدول (۱-۲) آورده شده است پر کردند و مشاهده کردند که ظرفیت جذب و رهایی گرما در الیاف تو خالی پر شده چند برابر الیاف عمل نشده گردید و در سال ۱۹۸۵، PEG را بر روی

سطح پارچه‌های مختلفی آزمایش کردند و ظرفیت جذب و رهایی گرما را در پارچه مورد بررسی قرار دادند [۹].

جدول ۱-۲ رفتار تبدیل فاز PEG با وزن مولکولی متفاوت [۹].

PEG sample	Average molecular weight	Melting point	Melting heat (kJ/kg)	Crystallization point	Crystallization heat (kJ/kg)
1	400	3.24	91.37	-24.00	85.40
2	600	17.92	121.14	-6.88	116.16
3	1000	35.10	137.31	12.74	134.64
4	2000	53.19	178.82	25.19	161.34
5	4000	59.67	189.69	21.97	166.45
6	6000	64.75	188.98	32.89	160.93
7	10000	66.28	191.90	34.89	167.87
8	20000	68.70	187.81	37.65	160.97

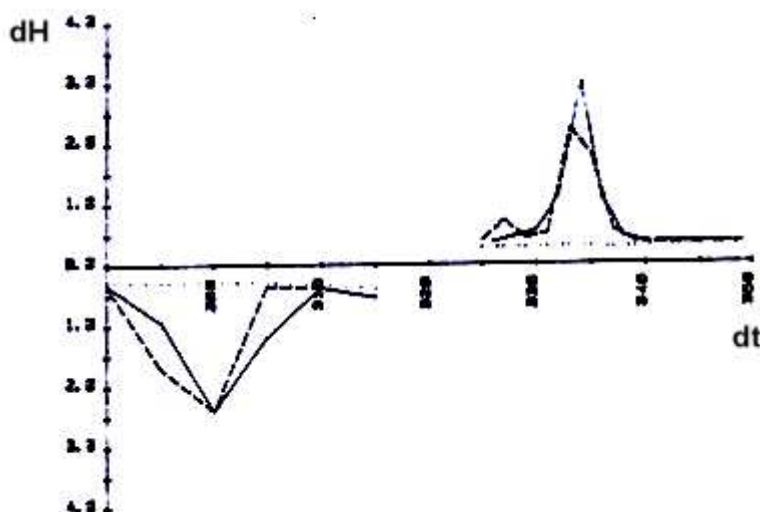
۱-۷-۲- پارچه عمل شده با PEG۶۰۰

پارچه‌های عمل شده با PEG ۶۰۰ ذخیره و رهایی حرارتی خوب و اضافه وزن بالایی در رنج دمای محیط داشتند که در جدول (۱-۳) و شکل (۱-۵) می‌بینیم. که در نتیجه افزایش وزن بعد از خشک کردن، بسته به نوع الیاف از ۴۹٪ تا ۶۵٪ تغییر می‌کند و این اضافه وزن روی رطوبت بازیافته پارچه عمل شده و حجیم شدن و ظرفیت حرارتی پارچه تاثیر می‌گذارد، همان‌گونه که در جدول می‌بینیم این اضافه وزن برای الیاف پشمی و پارچه‌های حلقوی نایلونی بیشتر است. ذخیره و رهایی گرمای پارچه اصلاح شده ۱/۵ تا ۲/۱ بار بیشتر از پارچه عمل نشده است و طولانی شدن سیکل حرارتی اثر کمی روی تغییر مقدار گرمای پارچه عمل شده دارد.

جدول (۱-۳) (a) - بعد فرو بردن در ۵۰٪ محلول مائی از PEG600 (b) - بعد خشک شدن در آن

(c) - ریت گرمایش ۲۰ k/minute (d) - پارچه عمل نشده [۹]

Fiber type	Fabric construction	Fabric weight, g/m ²	% Wet pickup	% Add-on ^b	Q, cal/g ^a heating cycles		Q, cal/g ^a cooling cycles		Q ratio, treated/untreated fabric, 10 cycles	
					1	10	1	10	Heating	Cooling
Polyester	heat set plain weave	125	102	49	16.6	18.7	17.8	15.6	1.9	1.6
Polyester				-	10.3	10.0	9.5	9.5		
Nylon 66	textured knit	200	95	62	22.6	22.7	21.4	18.6	1.7	1.5
Nylon 66			- ^a	-	14.1	13.4	12.9	12.4		
Cotton	mercerized printcloth	109	93	55	20.8	20.1	19.8	16.7	1.8	1.6
Cotton			- ^a	-	11.7	11.2	11.1	10.4		
Wool	chlorinated challis, plain weave	125	108	65	23.3	23.7	22.9	21.2	2.1	1.8
Wool			- ^a	-	12.9	11.3	12.2	11.6		



شکل (۵-۱) نمودار dH/dt در مقابل دما برای پارچه پلی استر اصلاح نشده برای یک سیکل حرارتی بصورت خط چین (- - -) و برای پلی استر اصلاح شده بصورت خط راست (—) می باشد [۹].

۸-۱- پلیمریزاسیون PET/PEG و تبدیل آن به لیف

اصلاح در حین پلیمریزاسیون یکی از متداول ترین روش ها بوده و می تواند خواص الیاف را در طیف وسیعی تغییر دهد و شامل موارد زیر می شود.

۱- تغییر توزیع جرم مولکولی

۲- اضافه نمودن مواد افزودنی به پلیمر مذاب

۳- تهیه کوپلی استر

بیشتر الیاف پلی استر اصلاح شده از روش کوپلیمریزاسیون تهیه گردیده و از نوع راندوم می باشند. از بین کوپلی استرهای از نوع بلوک فقط پلی استرهای اصلاح شده به کمک پلی اتیلن گلیکول از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار می باشند.

تلاش های زیادی صورت گرفته تا فیلامنت، نخ و پارچه ای از پلی استر، که بیشتر شبیه پنبه و ابریشم و دیگر الیاف طبیعی می باشند را توسعه دهند و با استفاده از روش پلیمریزاسیون، که می توان PEG را به ساختار PET وارد کرد و ویژگی های مناسبی به آن بخشید به این هدف نائل شد. یک ترکیب