

۵-۱ شرایط تثبیت حرارتی برای انواع مختلف الیاف

انواع مختلفی از الیاف مصنوعی وجود دارد که ساختار ملکولی متفاوت و نقاط ذوب و شرایط تثبیت حرارتی مختلفی دارند. حتی جزئی ترین تغییرات در شرایط مانند دما، زمان و اثر تنش فارغ از سیستم مورد استفاده، اثر عملیات تثبیت حرارتی را متفاوت می سازد.

۱-۵-۱ پارچه پلی استر

کالای پلی استری ابتدا با توجه به نوع آن، چگالی و وزن؛ به وسیله هوای داغ روی استنتر سوزنی به مدت ۲۰-۴۰ ثانیه در دمای ۱۸۰-۲۱۰ °C تثبیت می شود در حالی که حداقل تنش بر روی کالا اعمال می شود تا پایداری در هوای خشک در میزان جمع شدگی قابل قبول کمتر از ۱٪ باقی بماند. پارچه های سنگینتر مانند پارچه های کت و شلواری، نیاز به زمان بیشتری دارند چرا که زمان گرم کردن پارچه در آنها طولانی تر است. انتظار می رود که پارچه های با بافت تافته که از نخ های تثبیت نشده بافته شده اند، در حین فرآیند شست و شو حدود ۵٪ در راستای تار و پود جمع شدگی داشته باشند و محدوده ی جمع شدگی باقیمانده در آنها حدود ۴٫۵ تا ۱۱٪ در رنج دمایی ۱۵۰ تا ۲۲۰ °C باشد. پارچه های تهیه شده از الیاف استیپل کمتر از پارچه های تهیه شده از الیاف فیلامنت جمع می شوند و پایداری لازم برای پارچه های پوشاک با تثبیت شدن در دمای ۱۷۰ تا ۱۸۰ °C به دست می آید. اگر تثبیت پارچه های پلی استری در دمایی ۳۰ تا ۴۰ °C بالاتر از دمایی که الیاف در عملیات های بعدی در حین فرآیند در معرض آن قرار خواهند گرفت، باشد، این پارچه ها به طور موثری از لحاظ ابعادی پایدار خواهند بود [2].

۱-۵-۲ پارچه های نایلونی

شرایط تثبیت حرارتی برای انواع مختلف نایلون با توجه به دمای ذوب نایلون، روش های تثبیت حرارتی، نرخ انتقال حرارت و وزن پارچه ای که تحت عملیات قرار می گیرد، متفاوت خواهد بود. با در نظر گرفتن اهداف عملی، شرایط هوای داغ که برای تثبیت انواع مختلف نایلون مورد استفاده قرار می گیرد در جدول ۱ نشان داده شده است. به طور معمول تغذیه مازادی معادل با ۲-۳٪ نیاز است ولی این مسئله باید از قبل مورد بررسی قرار گیرد و بستگی به زیردست و ساختار مورد نیاز دارد.

جدول ۱- شرایط تثبیت حرارتی برای انواع مختلف نایلون.

نوع نایلون	زمان در معرض قرار گرفتن (ثانیه)	دمای تثبیت (°C)
نایلون ۶	۱۵-۲۰	۱۹۰-۱۹۳
نایلون ۶،۶	۱۵-۲۰	۲۰۰-۲۳۰
نایلون ۱۱	۱۵-۲۰	۱۵۰±
کویینا (Quina)	۱۵-۲۰	۱۹۰

در استنترهای تزریق بخار، مدیوم حرارتی ترکیبی از بخار فوق-داغ و هوا است. بخار فوق-داغ برای این منظور می‌تواند درون محفظه و با تزریق بخار اشباع تولید گردد. در این مخلوط ظرفیت گرمایی کل به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا می‌کند، به این دلیل که گرمای مخصوص مخلوط هوا-بخار تقریباً دو برابر هوا به تنهایی است و پارچه تنها به ۳-۴ ثانیه زمان نیاز دارد در مقایسه با ۱۵-۲۰ ثانیه که با هوای داغ مورد نیاز است. علاوه بر این موضوع، مخلوط هوا-بخار هوا را از محیط محفظه تثبیت جمع می‌کند و بنابراین تخریب در اثر اکسیداسیون را کاهش می‌دهد و سخت شدن و زردی نایلون را به حداقل می‌رساند. هرچند، چنین سیستمی، به میزان بالایی به سیستم عایق موثر در محفظه تثبیت حرارتی نیاز دارد تا خوردگی را به حداقل برساند.

۱-۵-۳ پارچه‌هایی از جنس پلی استر و نایلون تکسچره شده

انتخاب شرایط تثبیت برای موادی با نخ حجیم شده به نوع فرآیند حجیم سازی بستگی دارد که به کار گرفته شده است. به طور کلی، از اعمال تنش بالا در حین فرآیند تثبیت حرارتی باید اجتناب گردد، زیرا این خطر وجود دارد که اثر حجیم کردن از بین برود.

پارچه بافته شده از نخ‌های پلی استر تکسچره شده بهتر است که به مدت ۲۰-۳۰ ثانیه در دمای 160°C تحت ازدیاد طول عرضی جزئی برای حذف چروک تحت عملیات تثبیت حرارتی قرار بگیرند، اما این عملیات باید بدون تغذیه بیش از حد واقعی انجام بگیرد تا از ایجاد حاشیه موج دار جلوگیری گردد. دمای تثبیت بالاتر (برای مثال $165-170^{\circ}\text{C}$) ممکن است برای کنترل تمایل برخی از پارچه‌های متراکم تر به چروک شدن در حین فرآیند رنگرزی jet مورد نیاز باشد، ولی این دماها می‌تواند موجب از دست رفتن حجم برخی از نخ‌ها که تمایل دارند خود را اصلاح کرده و زیر دست کم حجم تری داشته باشند، گردد. کالاهایی که با سیستم بافندگی حلقوی آماده شده اند، تقریباً به طور انحصاری از نخ‌های تکسچره شده تشکیل شده اند. پارچه‌های پلی استری دو رو سیلندر، بافته شده در سیستم حلقوی پودی که از نخ‌های فیلامنت حجیم شده پایدار شده، تهیه شده اند ممکن است نیاز باشد تا در استنتری به مدت ۳۰ ثانیه و در دمای 150°C تثبیت گردند. کالاهای نباید بیشتر از ۵٪ عریض تر از عرض نهایی دلخواه کشیده شوند. تغذیه مازادی تا ۲۰٪ می‌تواند به کالاهایی که به روش حلقوی بافته شده اند، داده شود [2].

برای نایلون تکسچره شده، پس از اینکه پارچه ریلکس شد، عملیات حرارتی به طور معمول در دمای $150-160^{\circ}\text{C}$ و به مدت ۳۰ ثانیه در استنتر هوای داغ و با تغذیه مازادی معادل ۱۰-۱۵٪ انجام می‌گیرد. تغذیه مازاد بسته به نوع کشش می‌تواند تا ۱۵-۲۰٪ افزایش یابد. عملیات تثبیت حرارتی همیشه باید در دمایی پایین تر از دمایی که عملیات تکسچره کردن اتفاق می‌افتد انجام گیرد. نایلون تنها یکبار این قابلیت را دارد که تحت عملیات تثبیت حرارتی قرار بگیرد و از این جهت با پلی استر متفاوت است که می‌تواند مکرراً به طور تدریجی در دماهای بالاتر نیز تثبیت شود. این مسئله به دلیل اهمیت ویژه‌ی فرآیند تولید پارچه حلقوی بافت تهیه شده از نخ‌های تکسچره شده است، چرا که این نخ‌ها از قبل تحت عملیات تثبیت حرارتی دائمی قرار گرفته اند. برای هر ساختاری که به صورت حلقوی بافت تهیه شده باشد، یک وضعیت حداقل انرژی وجود دارد که اگر ساختار حلقوی بافت پس از کشیده شدن اجازه ریلکس شدن داشته باشد، به شرایط تعادلی خود بازخواهد گشت. از آنجایی که اثر تثبیت به دست آمده از پارچه‌های حلقوی بافت تهیه شده از نایلون تکسچره اساساً موقتی است، به طور ایده آل پارچه‌ها تحت شرایط ریلکس تثبیت می‌شوند. این موضوع همیشه امکان

پذیر نیست. هرچند، پارچه‌ها می‌توانند تحت ۵-۱۰٪ از ابعاد ریلکس، تثبیت گردند که به طور معمول کمتر از ۵٪ جمع شدگی خواهد داشت. متناوباً، عملیات حرارتی در پارچه‌های حلقوی بافت می‌تواند با جلوگیری از تغییرات در طول نخ در هر لوپ شکل گیرد [2].

۱-۵-۴ پارچه‌های اکریلیک و مد اکریلیک

این الیاف نمی‌توانند در شرایط مرسوم تثبیت حرارتی گردند و از آنجایی که الیاف به آسانی در دمای بالای ۷۵ °C کشیده می‌شوند یا تحت تغییر شکل قرار می‌گیرد. هرچند درجه پایداری می‌تواند با عبور این پارچه‌ها از یک استنتر هوای داغ در دمای حدود ۱۲۰ °C به دست آید. دماهای بالای ۱۲۰ °C می‌تواند موجب رنگ زدایی از این پارچه‌ها گردد. برای پارچه‌هایی که از مخلوط الیاف اکریلیک و مد اکریلیک به دست آمده‌اند، دمای تثبیت حرارتی بالاتری ممکن است مورد نیاز باشد. برای پارچه‌های حلقوی بافت تهیه شده از مخلوط الیاف اکریلیک و پلی استر تکسچره شده، عملیات تثبیت حرارتی در دمای ۱۶۰ °C و به مدت ۳۰ ثانیه انجام می‌گردد.

۱-۵-۵ پارچه‌های تهیه شده از الیاف پلی استر رنگ پذیر با رنگزای کاتیونی

پلی استر رنگ پذیر با رنگزای کاتیونی (CDPET) و الیاف پلی استر معمولی از لحاظ خواص شیمیایی بسیار با هم فرق می‌کنند. به طور کلی CDPET به طور جزئی مقاومت حرارتی کمتری از PET معمولی دارد، بنابراین دمای تثبیت حرارتی برای CDPET به طور جزئی کمتر از PET معمولی است. جدول ۲ شرایط تثبیت حرارتی برای الیاف پلی استر مختلف را به صورت حدود نشان می‌دهد.

جدول ۲- شرایط تقریبی برای انجام عملیات تثبیت حرارتی برای پلی استرهای مختلف.

نوع پلی استر	دمای تثبیت حرارتی (°C)	زمان ماند (ثانیه)
۱۰۰٪ پلی استر (معمولی)	۱۸۰-۲۲۰	۲۰-۴۰
CDPET	۱۷۰-۱۸۰	۲۰-۴۰
PET قابل رنگرزی بدون حامل		
پلی بوتیلن ترفتالات (نوع ۱)	۱۶۰-۱۸۰	۳۰
دی کربوکسیلیک اسید، (نوع ۲)	۱۷۰-۱۹۰	۳۰
کوپلیمر (نوع ۳)	۱۹۰-۲۰۰	۳۰

۱-۵-۶ الیاف تری استات

یک ویژگی مهم الیاف تری استات این است که این قابلیت را دارند که در اثر حرارت در آنها تغییرات ساختاری ایجاد گردد. تری استات با هوای داغ تا دمای ۱۵۰ °C تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. در محدوده دمایی بین ۱۵۰ تا ۱۹۰ °C الیاف به طور فزاینده‌ای به صورت پلاستیک در می‌آیند و در دماهای بالاتر از ۲۲۰ °C آرایش ملکولی اتفاق می‌افتد که با افزایش بلورینگی همراه است و در نهایت موجب کاهش جذب سطحی و شیمیایی رنگزاهای می‌گردد. یک تغییر دائمی در

رفتار ترموپلاستیک اتفاق می‌افتد و لیف به اندازه قابل ملاحظه‌ای کمتر پلاستیک می‌شود. نتایج مشابهی برای تری استات نیز قابل دستیابی است اگر آن را در معرض اثر ترکیبی حرارت و رطوبت و در دمایی کمتر از $60-70^{\circ}\text{C}$ قرار دهیم که زمانی که تنها از حرارت استفاده می‌شد، اعمال می‌گردید [2].

۱-۵-۷ الیاف پلی وینیل کلراید

ویژگی منحصر به فرد این الیاف جمع شدگی در اثر حرارت است که تولید انواع محصولات را امکان پذیر می‌سازد. پارچه می‌تواند با عبور از هوای داغ یک استنتر و با میزان مناسبی از تغذیه مازاد تحت تثبیت حرارت قرار گیرد. تغذیه معمول که جمع شدگی در راستای پود ایجاد می‌کند می‌تواند با عبور از دمای 95°C و با سرعت وابسته با ساختار پارچه به دست آید. همینطور می‌توان اجازه داد که جمع شدگی در در حین یا بعد از رنگرزی اتفاق بیفتد. موادی که حاوی الیافی هستند که جمع شدگی ذاتی دارند باید در دمایی که از 70°C تجاوز نکند تحت فرآیند قرار گیرند. پارچه‌ای که پیش از این جمع شده است می‌تواند ابتدا در دمای $96-100^{\circ}\text{C}$ تر شود.

۱-۵-۸ الیاف الاستومری

پارچه‌های حاوی الیاف الاستومری نیز می‌توانند تحت عملیات تثبیت حرارتی قرار گیرند. یک پارچه تریکو تهیه شده از نایلون ۶ و پلی اورتان می‌تواند در دمای $180-185^{\circ}\text{C}$ و به مدت $20-25$ ثانیه تحت عملیات تثبیت حرارتی قرار گیرد. دماهای کمی بالاتر (190°C) می‌تواند برای نایلون ۶،۶ مورد استفاده قرار بگیرد. هرچند، عرض مورد نیاز و خصوصیات کششی پارچه تکمیل شده تعیین می‌کند که شرایط دقیقی که برای نوع خاص پارچه باید مورد استفاده قرار بگیرد، چیست [2].

۱-۶-۶ تثبیت حرارتی پارچه الیاف مخلوط

الیاف جدید و ترکیبات جدیدی از آنها تا به امروز تهیه شده است نیز نیاز است تا برای اینکه عملیات رنگرزی و تکمیل آن به طور موفقیت آمیزی انجام گیرد تحت عملیات تثبیت حرارتی قرار گیرد.

۱-۶-۱-۱ مخلوط پلی استر/پنبه

الیاف استیپل کوتاه پلی استر اغلب با پنبه و برخی دیگر از الیاف سلولز ترکیب می‌شوند. به طور معمول عملیات تثبیت حرارتی در استنتر با هوای داغ و در 180°C و به مدت 30 ثانیه انجام می‌گیرد. دماهای بالاتر ممکن است که موجب رنگزدایی از بخش سلولز مواد گردد. جمع شدگی در راستای پود آزاد یک پارچه پیراهنی پلی استر/پنبه حدود 4% در دمای تثبیت معمول آن است ولی این به $2-3\%$ محدود می‌شود به این منظور که از حذف چروک و دستیابی به کنترل صافی در راستای پود اطمینان حاصل گردد.

۱-۶-۲-۱ مخلوط پلی استر/پشم

پارچه‌های مخلوط پلی استر/پشم به طور معمول قبل از رنگرزی تحت تثبیت حرارتی قرار می‌گیرند. پارچه‌های مخلوط پلی استر/پشمی می‌توانند در استنتر هوای داغ به مدت 30 ثانیه و در دمای $180 \pm 10^{\circ}\text{C}$ انجام گردد. برای کالاهای با نخ تابیده شده، $3-5\%$ جمع شدگی و اهلس برای نخ تار و پود مجاز است و برای موادی با نخ پشمی تابیده شده $1-2\%$ مجاز

است. بهتر است که به پشم اجازه داده شود که در پارچه پشمی قبل از عملیات تثبیت حرارتی رطوبت بازیافته خود را جذب کند. برای پارچه‌هایی مخلوطی بیشتر از ۴۰٪ حاوی پلی استر، تثبیت حرارتی با مقدار کافی از تغذیه مازاد انجام میگیرد تا از جمع شدگی حین عملیات رنگرزی جلوگیری گردد. کیفیت پارچه‌های ترکیبی از نخ پشم در مخلوط پلی استر/پشم که میزان پشمی بیشتر از ۶۷٪ دارند نیاز نیست که تحت عملیات تثبیت حرارتی قرار گیرند و ثبات ابعادی آن با استفاده از اتوکلاو که به تکمیل K.D. مشهور است، انجام می‌گردد. پس از عملیات تثبیت، نیاز است به سرعت کالاهای بخار داده شوند تا به شرایط رطوبت بازیافته متعادل خود برسند [2].

۱-۶-۳ ترکیبات پلی استر / لینن

پلی استر/الیاف استیپل بلند نیز در صنعت لینن مورد استفاده قرار میگیرد، که در آنها الیاف ممکن است "stretch-broken" و یا "unbroken" باشد ولی نوع دوم رایج تر است. تثبیت حرارتی چنین پارچه‌ای می‌تواند در دمای ۱۸۰°C و به مدت ۳۰ ثانیه و تحت هوای داغ و در استنتر سوزنی انجام گیرد. تا حد ۲٪ جمع شدگی در راستای پود مجاز است و با تغذیه مازاد مجاز برای جبران برای هر نوع جمع شدگی در راستای تار که در مراحل قبلی اتفاق افتاده است، اعمال می‌شود.

۱-۶-۴ مخلوط پلی استر/ابریشم

تثبیت حرارتی پارچه تهیه شده از الیاف مخلوط پلی استر/ابریشم می‌تواند با استفاده از استنتر در دمای ۱۹۰°C و به مدت ۳۰ ثانیه انجام گیرد. افزودن پلی استر تا ۵۰٪ خصوصیات آویزش و زیردست مرتبط با الیاف ابریشم را چندان تحت تاثیر قرار نمی‌دهد.

۱-۶-۵ ترکیب پلی وینیل کلراید/سلولز

برای پارچه‌های مخلوط با الیاف سلولزی این امکان وجود دارد که با ۲۵٪ الیاف پلی وینیل کلراید پارچه مخلوط گرما برجسته شده تولید گردد. عملیات حرارتی با عبور از مسیر استنتر سوزنی در دمای ۸۵-۹۰°C و بدون تغذیه مازاد انجام می‌گیرد، و برای مثال اگر جمع شدگی ۱۵-۱۷٪ نیاز باشد تا به دست آید، سرعت حرکت پارچه ۱۰ m/min است.