تکنولوژی نساجی

تاثیر شرایط پوشیدن بر خواص حلال گریزی پارچه اصلاح شده با فلوئوروسیلان

مترجم: عباس حاجی پور

چکیده

خواص پارچه پنبه اصلاح شده با ۲، ۲، ۳، ۳، ٤، ٤، ٥، ٥، ٦، ٦، ٧، ٧، ٨، ٨، ٩، ٩، ٩- هپتا دکا فلوئورو- N- [٣-(تری اتوکسی سیلیل)پروپیل] نونان آمید بررسی شد. مشخص شد که خواص آب گریزی و چربی گریزی مواد تحت تاثیر شرایط مختلف موثر (نور UV، رطوبت زیاد، دما، سایش، شستشوهای چند باره) تغییر نمی‌کند. پایداری خواص حلال گریزی پارچه به دلیل خواص شیمیایی سطح اصلاح شده لایه بود.

مقدمه

پیشرفت‌ها در تولید منسوجات و محصولات با خواص آب و چربی گریز و ضد چسبندگی در جهات مختلف حیاتی علوم پیشرفته مواد با هدف افزایش کیفیت و رقابت‌پذیری محصول تولید شده، صورت گرفته است. مشکلات پیشچیده می‌تواند با استفاده از یک رویکرد وسیع حل شود که بر پایه تحقیق اساسی پدیده سطحی، سنتز و تهیه عوامل جدید آب گریز و بهبود و توسعه روش‌های تکنیکی جدید برای مواد تکمیل شده می‌باشد. خواص همزمان آب و چربی‌گریزی مواد معمولاً به اصطلاح حلال‌گریزی (lyophobicity) بیان می‌شوند. حلال گریزی به صورت وسیع بوسیله مقاومت مواد در برابر عمل انواع مختلف آلاینده‌ها تعیین می‌شود.

این پژوهش، بر باز تولید اثری با نام لوتوس، یعنی طراحی روکش‌های خود تمییز شونده فوق آب گریز که بوسیله زاویه تر شوندگی بالا و زاویه حداقل برای لغزیدن قطرات آب از سطح مشخص میشوند، متمرکز شده است. این چنین مواد در ۱۲ مرکز علمی در روسیه و خارج به دلیل خواص منحر بفرد (دفع آب، چربی گریزی، مقاومت در برابر آلایندههای آلی و غیره) در حال بررسی میباشند. دو پارامتر اصلی در تولید خواص فوق آب گریزی باید بسیار مورد توجه قرار گیرند. این دو پارامتر، لایه ای بودن ساختار سطح که شامل سطح با اندازه نانو است و مقادیر کشش سطحی بحرانی کم می‌باشد. پارامتر دوم میتواند با استفاده از عوامل آب گریز بدست آورده شود، که در میان آنها ترکیبات عاملدار فلوئورو ارگانو سیلیکون ترجیح داده می‌شوند.

اخیراً نشان داده شده است که استفاده از فلوئورو سیلان‌ها به عنوان عوامل آب گریز برای تکمیل پارچه‌های با ترکیبات مختلف می‌تواند چربی‌گریزی زیادی ایجاد کند. با این حال، منسوجات و مواد بسیار آب و چربی گریز بر پایه آنها می‌توانند برای مصارف مختلف مورد توجه باشند، اگر این تاثیرها در استفاده دراز مدت، حفظ شوند. در نتیجه مقاومت خواص حلال‌گریز پارچه پنبه اصلاح شده جهت عمل شرایط مختلف پوشیدن (آب و هوائی، مکانیکی، شستشوهای چند باره و غیره) بررسی شد. ما از پارچه پنبه (art. 14, GOST 29298-92, madepolam) استفاده کردیم که قبل از تکمیل شسته شد. اصلاح کننده ۲، ۲، ۳، ۳، ۴، ۴، ۵، ۵، ۶، ۶، ۷، ۷، ۸، ۸، ۹، ۹، ۹-هپتا دکا فلوئورو- N-[٣-(تری اتوکسی سیلیل)پروپیل] نونان آمید (MA) با فرمول ساختاری بود.

$$CF_3-(CF_2)_7-C(O)-NH-(CH_2)_3-Si(OC_2H_5)_3 \quad (1)$$

این ترکیب، یک روغن زرد رنگ با دانسیته ۱/۴۳۲۴ g/cm^3 و کشش سطحی ۲۳/۴ mJ/m^2 بود.

نمونه‌ها با استفاده از غوطه‌وری آنها برای مدت ۵ دقیقه در محلول MA (۵٪) در EtOH عمل شدندو سپسف نمونه‌ها تا رطوبت ۷۰٪ فشرده شدند، در دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱۰ دقیقه خشک شدند و در دمای ۲ ± ۱۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱ دقیقه اتو شدند. لزوم انجام مرحله آخر، اخیراً بیان شده است.

زاویه تر شوندگی θ بوسیله روش قرار دادن قطره با استفاده از میکروسکوپ MIN-4 مجهز به معیار اندازه‌گیری زاویه با دقت ۲ ± درجه تعیین شد. زاویه لغزش (سرخوردگی) α با استفاده از دستگاه مجهز به مکان قرار گیری نمونه و معیار اندازه‌گیری زاویه، ارزیابی شد.

موئینگی پارچه بر طبق GOST 3816-81 بررسی شد. جذب رطوبت (H، ٪)، ظرفیت رطوبت (M، ٪)، نفوذپذیری نسبی بخار (V_p، ٪)، ظرفیت نسبی بخار (V_c، ٪) با استفاده از روش‌های ثبت شده، تعیین شدند. نمونه‌ها بر روی ترازوی تجزیه Ohaus AP-250 D (آمریکا) با دقت g ± ۲×۱۰$^{-5}$ جهت تعیین جذب رطوبت، ظرفیت رطوبت، نفوذپذیری بخار، و ظرفیت بخار، وزن شدند.

اثر دفع روغن (OR) بوسیله روش 3M که توسط Minnesota Mining

and Manufacturing (آمریکا) پیشنهاد شده است، ارزیابی شد. مایع آزمایش، مخلوطی از n–هپتان و روغن معدنی با نسبت مختلف بود. بر طبق این آزمایش، عملیات روغن گریزی که OR=80 arb. Units و بزرگتر را ایجاد کند، از نظر صنعتی قابل قبول میباشد.

نمونه‌ها در رطوبت بالا (φ = ٪۱۰۰) برای مدت ۲۴ ساعت به منظور تعیین مقاومت پارچه، قرار داده شدند. مقاومت روکش آب گریز به عمل روشنایی طبیعی بر روی دستگاه PDS بر طبق GOST 10793-64 بررسی شد. مقاومت پارچه اصلاح شده به سایش با استفاده از IKP-1 با نیروی محوری ۷ نیوتن تعیین شد. جهت چرخش محوردر هنگام آزمایش اندازهگیری شد. مقاومت پارچه اصلاح شده به شستشوی معمولی در ۴۰ درجه سانتیگراد و سپس خشک کردن تحت ظرایط طبیعی، تعیین شد. مطالعات دینامومتریک بر روی دستگاه RT-250M-2 با کشش تک محوری و سرعت ۲۵ mm/min انجام شدند.

تکمیل پارچه پنبه با فلوئوروسیلان، به پارچه خاصیت آب و روغن گریزی داد، در حالیکه جذب رطوبت، ظرفیت رطوبت، ظرفیت بخار، و نفوذپذیری بخار (جدول ۱) را حفظ شد. بنابراین، زاویه تر شوندگی تا ۱۴۰ درجه افزایش یافت. قطره آب به آسانی در امتداد سطح ماده حرکت می‌کرد. ظرفیت رطوبت پارچه عمل شده، تا ۴/۵ برابر کاهش یافت. OR برابر با برابر با ۱۴۰ arb واحد، نشان‌دهنده درجه عالی روغن گریزی است. نفوذپذیری بخار نمونه پارچه اصلاح شده به مقدار کمی از ۹۳ تا ۷۷٪ کاهش یافت. حجم میکرو منافذ ماده که انتقال بخار آب را تسهیل می‌کند، احتمالاً به مقدار کمی در هنگام جذب عامل آب‌گریز کاش یافته است. با این حال، مشخصات پارچه عمل شده نشان داد که خواص خوب بهداشتی آن، حفظ شده است. سطح مشخصات آب‌گریزی آن، بوسیله بررسی ساختار موئینگی آن نیز تائید شد. از آنجا که پارچه اولیه، آب دوست بود و ارتفاع سعود موئین، ۹۰–۶۰ میلی‌متر بر ساعت بود، آب در امتداد تار یا پود پس از تکمیل، بالا نیامد. این نشان می‌دهد که کشش بحرانی سطح پارچه اصلاح شده، کاهش یافته است. بنابراین، فشار موئین منفی می‌شود و اگر مایع دیواره موئین را تر نکند (θ بیشتر از ۹۰ درجه)، مایع نمی‌تواند به صورت موئین سعود کند. در این حالت آب نمی‌تواند به منافذ ماده نفوذ کند، زیرا پارچه ساختار موئین ندارد. می‌دانیم که تکمیل سطحی منسوجات می‌تواند با برهمکنش بین الیاف پارچه تداخل ایجاد کند. این عمل تاثیر منفی بر مشخصات مکانیکی پارچه دارد. با این حال، جدول ۲ نشان می‌دهد که تکمیل پارچه با MA، عملاً تاثیر منفی بر پارامترهای فیزیکی نداشته است.

بنابراین، اصلاح پارچه پنبه با فلوئوروسیلان، پارچه را حلال‌گریز می‌کند، در حالی‌که خواص بهداشتی و مکانیکی آن را حفظ می‌کند. لایه سطحی تشکیل شده عامل آب گریز، به صورت مشهودی گروه‌های آب دوست در ماده را مسدود یا اساساً مقدار آنها را کاهش می‌دهد. این عمل پارمترهای جذب از قبیل جذب رطوبت، ظرفیت رطوبت و ظرفیت بخار را کاهش می‌دهد.

عوامل آب و هوایی مختلف (نور UV، رطوبت زیاد، دما) اساساً خواص عملکردی مواد را کاهش می‌دهد. مطالعه پارچه مهنه شده به صورت مصنوعی نشان داد (جدول ۱) که عوامل آب و هوایی تاثیری بر زاویه تر شوندگی نداشته است. هیچگونه تغییری در خواص ماده اصلاح شده از قبیل ظرفیت بخار، نفوذپذیری بخار، و جذب رطوبت مشاهده نشد. روغن گریزی ماده اندکی کاهش یافت، اما در مقادیر بالا حفظ شد و از ۱۴۰ به arb ۱۲۰ واحد کاهش یافت. بنابراین، خواص آب‌گریزی ماده به عمل کردن با نور طبیعی مقاوم بودند. همچنین عوامل آب و هوایی به مقدار قابل توجهی پارامترهای مکانیکی نمونه اصلاح شده را کاهش نداد (جدول ۲). زاویه تر شوندگی از ۱۴۲ به ۱۳۲ درجه تحت تاثیر رطوبت زیاد (φ = ٪۱۰۰) کاهش یافت. زاویه لفزش از ۳۰ به ۴۲ درجه افزایش یافت. با این حال، از مقادیر مطلق این پارامترها تائید شد که پارچه اصلاح شده، در حالت بسیار آب‌گریز باقی ماند. محتوای رطوبت زیاد احتمالاً به دلیل هیدرولیز و تبدیل واکنش‌های شیمیایی به طرف مواد اولیه، سبب تخریب لایه سطحی آب‌گریز می‌شود.

$$-)Si-O-H-O-Si(- \Leftarrow -)Si-O-Si(- + H_2O \quad (۲)$$

مقاومت روکش آب گریز نسبت به عمل سایشی خارجی بوسیله شاخص

جدول ۱. خواص پارچه پنبه عمل نشده و اصلاح شده

Parameters	Untreated fabric	Modified fabric	
		initial	aged
Θ ±2°	Rapid drop soaking	143	142
α ±5°		30	–
OR, arb. units	0	140	120
H, %	14.5	12.9	12.9
M, %	168	37	–
V_p, %	6.1	5.0	5.3
V_e, %	93	77	79

جدول ۲. خواص نیمه سیکل نمونه‌های پارچه‌ای بوسیله کشش تک محوری

Sample	Direction	Rupture force, N	Rupture length, mm
Untreated	Warp	113	21
	Weft	98	62
Modified	Warp	108	20
	Weft	95	62
Modified afterclimate chamber	Warp	103	19
	Weft	95	52

نگهداری (C، ٪) توصیف می‌شود:

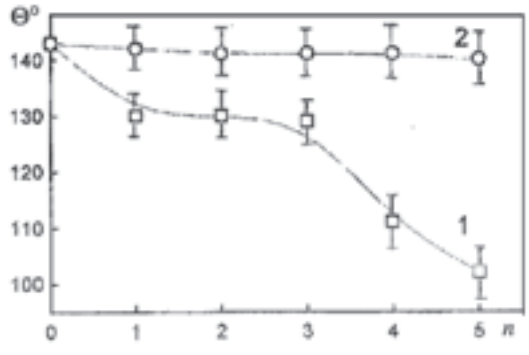
$$C = \frac{1000\,\Theta_1}{\Theta}, \qquad (۳)$$

بطوری‌که θ و θ_1 به ترتیب زاویه تر شدن در شروع و پس از ۲۰۰ سیکل سایش میباشند. مقدار C پس از سایش ۹۹٪ بود. اثر لغزیدن قطره بر روی سطح پارچه نیز پس از عمل سایش حفظ شد. این نتایج نشان دادند که ماده اصلاح کننده به صورت قوی به الیاف ماده چسبیده‌اند.

پارچه‌ها در هنگام استفاده تجت شستشوهای چند باره قرار می‌گیرند. آزمایشات برای مقاومت پارچه اصلاح شده به این عمل، به دو روش بدون و با اتو زدن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۱ دقیقه انجام شدند. باید متذکر شد که پارچه قبل از عمل شدن با MA، شسته و اتو شد. این عمل از تقلیل طول نمونه‌ها پس از عمل شدن با عامل دافع آب و شستشو جلوگیری می‌کند. ضخامت نمونه در تمام مراحل آزمایش در تقریباً ۰/۰۴ میلی‌متر ثابت بود.

شستشو بدون عملیات حرارتی (شکل ۱، منحنی ۱) سبب می‌شود تا آب‌گریزی مواد کاهش یابد. اتو کردن پس از شستشو (منحنی)، آب‌گریزی را به حالت اول برمی‌گرداند.

شستشو احتمالاً سبب تخریب جزئی اتصالات یا ساختارهای منظم می‌شود که عامل مورفولوژی روکش آب گریز تشکیل شده می‌باشند. این خاصیت می‌تواند بوسیله حرارت دادن تا دمای بالا



شکل ۱. زاویه تر شوندگی (θ) پارچه اصلاح شده به صورت تابعی از تعداد شستشو (n) بدون استفاده و با استفاده (۲) از عملیات حرارتی اضافی بین شستشوها

به حالت اول برگردد.

صورت خلاصه، نتایج آزمایشگاهی منجر به این نتیجه شد که استفاده از فلوئوروسیلان جهت تکمیل پارچه پنبه می‌تواند سبب حلال‌گریزی شود و مقاومت به عمل شرایط مختلف پوشیدن شود. خواص آب و چربی‌گریزی پارچه پنبه اصلاح شده به دلیل ساختار شیمیایی روکش تشکیل شده در هنگام رسوب و عملیات حرارتی بعدی و پارچه ثابت بودند. این عامل سبب اتصالات قوی و ضعیف شیمیایی می‌شود. اتصالات قوی شیمیایی اتصالات سیلوکسان بودند که در طول واکنش گروه‌های اتوکسی مولکول‌های کناری اصلاح‌کننده در طول پلیمرزاسیون تراکمی آبکافتی در هوا تشکیل شده‌اند:

$$\begin{aligned} &\equiv Si-O-C_2H_5 + H_2 \Rightarrow \equiv Si-O-H + C_2H_5-O-H \\ &\equiv Si-O-H + C_2H_5-O-Si\equiv \Rightarrow \equiv Si-O-Si\equiv + C_2H_5-O-H \\ &\equiv Si-O-H + H-O-Si\equiv \Rightarrow \equiv Si-O-Si\equiv + H_2O \end{aligned} \qquad (۴)$$

گروه آمید در ساختار مولکولی MA، این واکنش‌های شیمیایی را تسهیل می‌کند. در نتیجه، یک لایه یکنواخت الیگومری بر روی سطح پارچه تشکیل می‌شود و تماس‌های نقطه MA به نوع چند مرکزی تبدیل می‌شوند. واکنش گروه‌های Si-OH<- و ->Si-O-C با هیدروکسیل‌های سطحی پارچه، چسبندگی بین روکش اصلاح شده و ماده را فراهم می‌کند.

اتصالات ضعیف شیمیایی، گروه‌های ->Si-O-C<- بودند که در طول واکنش هیدروکسیل‌های سطح زمینه یا کربوکسیلات‌ها با اتوکسیل‌های عامل آب‌گریز تشکیل شده‌اند.

یک ویژگی مهم این گروه‌ها، برگشت‌پذیری آنها بود. آنها می‌توانند با توجه به شرایط خارجی، تخریب شود، یعنی در هنگام عملیات‌تر و بوسیله حرارت‌دهی به حالت اول خود برگردند.

این شرایط همچنین می‌تواند سبب پایداری اثر آب‌گریزی نسبت به شستشو با استفاده از عملیات حرارتی بین شستشوها (شکل ۱) شود. اتصالات هیدروزنی تشکیل شده بین گروه‌های قطبی پارچه و لایه اصلاح‌کننده نیز می‌تواند چسبندگی آن را به سطح پارچه افزایش دهد و به ایجاد اثر حلال‌گریزی مقاوم نسبت به شرایط پوشیدن کمک کند.