

Färben von Polypropylen-Fasermaterialien mit Küpenfarbstoffen zur Erzielung hoher Echtheiten (AIF 15951 N)

Autoren Dr. Frank Gähr
Dipl.-Ing. (FH) Stephanie Berndt

Erschienen 24.11.2011

Zusammenfassung

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines Färbeverfahrens für Textilien aus Polypropylen (PP), mit dem PP-Materialien tief und in hohen Echtheiten aus wässriger Flotte eingefärbt werden können. Dies sollte durch Verwendung von Küpenfarbstoffen erreicht werden. Grundvoraussetzung hierfür war die Untersuchung und Optimierung geeigneter Vorbehandlungsmaßnahmen, um den angestrebten Effekt der möglichst hohen Wechselwirkung der Küpenfarbstoffe mit den PP-Fasermaterialien einzustellen. Die Vorbehandlung wie auch die Färbung sollten unter Nutzung praxiskonformer Verfahren durchgeführt werden können, um eine spätere Umsetzung in die betriebliche Praxis zu ermöglichen.

Es wurde ein Färbeverfahren entwickelt, das eine oxidative Vorbehandlung der verschiedenen PP-Materialien in einem Sauerstoff-Niederdruckplasma mit einer anschließenden Färbung nach dem Pad-Steam-Verfahren in Heißdampfatmosfera (125°C, 50-100% Feuchte) vorsieht. Eine einfacher zu gestaltende Thermosolfärbung bei 130-135°C ist zwar gleichfalls möglich, liefert aber etwas reduzierte Farbtiefen und im Erscheinungsbild weniger homogene Färbungen.

Es wurden mit allen eingesetzten Farbstoffen gute Wasch- und Reibecktheiten erhalten. Die Licht- und Heißlichtechtheiten sind exzellent und liegen weit über den aus der Vergangenheit bekannten Werten für Dispersionsfärbungen auf Polypropylen. Hiermit ließ sich ein wesentliches Vorhabensziel erfüllen.

Ein gravierendes Problem, das sich während der Bearbeitung des Vorhabens stellte, war die Tatsache, dass es nicht möglich war, mit Farbstoffen aus neueren Produktionschargen vergleichbare Ergebnisse einzustellen, wie sie in vorangegangenen Jahren mit Küpenfarbstoffpigmenten der nicht mehr im Handel verfügbaren Colloisol-Marken der BASF erzielt wurden. Die Produktion der Farbstoffe ist komplett in den asiatischen Raum abgewandert; die Reproduzierbarkeit der Küpenfärbungen ist aufgrund qualitativer Unterschiede der dort produzierten Farbstoffe mit früheren Mustern offensichtlich nicht vergleichbar. Gespräche mit Textilveredlern zeigten, dass diese Problematik oft sogar auch bei üblichen Baumwollfärbungen auftritt – wenn auch in wesentlich geringerem Ausmaß. Beim entwickelten Färbeverfahren auf Polypropylen, welches nach den vorliegenden Ergebnissen des Vorhabens als sehr empfindlich gegen vielerlei Einflüsse (Fixierbedingungen, Hilfsmiteleinflüsse) einzustufen ist, wirkt sich dieser Aspekt noch wesentlich stärker auf die Güte der resultierenden Färbungen aus. Die Größe der Farbstoffpigmente scheint einen viel geringeren Einfluss auszuüben als die dem Farbstoff zugesetzten Stellmittel. Wären diese bekannt gewesen, hätten sich unter Umständen zielführendere Untersuchungen und Rückschlüsse für das Vorhaben ergeben.

Der einfache Ansatz, Polypropylengewebe, Garne bzw. Spinnfasern mit Wasserstoffperoxid nasschemisch zu oxidieren, so wie dies in Vorversuchen an PP-Filamenten dargestellt wurde, führte im Vorhaben nicht zu positiven Ergebnissen. Auch andere Maßnahmen der oxidativen Vorbehandlung (Ozon, Peroxodisulfat, Peressigsäure) zeigten keinerlei Effekt in Bezug auf eine Verbesserung der Farbtiefe. Offensichtlich wirkt bei einer Plasmabehandlung eine wesentlich höhere Dichte an Energie und an hochreaktiven Spezies auf die Materialoberfläche ein, als dies bei nasschemischen Verfahren der Fall ist. Mittels ESCA ließ sich nach einer Plasmabehandlung ein deutlich erhöhter Gehalt an Orbitalen an der Faseroberfläche nachweisen, welche auf die Anwesenheit von Sauerstoff in verschiedener Form hindeuten. Demgegenüber erfährt die Faseroberfläche laut ESCA bei nasschemischer Oxidation kaum Veränderungen. Diese Aussage trifft auch für Versuche zu, bei denen Wasserstoffperoxid während des Primärspinnprozesses mittels Präparationsfinger zwangsimprägniert wurde.

Präparationen selbst können noch stärkere Änderungen bezüglich der Färbungen bewirken als dies bei den meisten anderen Fasertypen der Fall ist. Um eine gute Reproduzierung der Färbung zu erhalten, ist es daher von enormer Wichtigkeit, die (häufig hydrophilen) Präparationen, vor jedweden weiteren Veredlungsschritten, so quantitativ als möglich zu extrahieren.

Die erzielbaren Fixiergrade liegen, trotz Mehrfach-Imprägnierung, bei maximal 60%; die Waschlotten sind entsprechend stark gefärbt. Ein direkter Zusammenhang (Korrelation) zwischen der Flottenaufnahme und der resultierenden Farbtiefe ist in den meisten Fällen nicht gegeben. Der Grund hierfür ist unklar. Wie die mikroskopischen Faserquerschnittsaufnahmen zeigen, sind die plasmabehandelten und anschließend gefärbten PP-Fasern durchgefärbt, das heißt es treten keine Randfärbungen auf. Ohne vorhergehende Plasmabehandlung sind die Anfärbungen nur stellenweise zu erkennen (angeschmutzte Fasern).

Probleme hinsichtlich des Erscheinungsbilds der gefärbten PP-Gewebe machen Streifigkeiten. Unterschiede in der Kristallinität der Fasern werden durch das beschriebene Färbeverfahren demnach in hohem Ausmaße indiziert.

Polyethylenfasern (z. B. Dyneema®) lassen sich mit dem vorgestellten Verfahren nicht färben. Dies hängt damit zusammen, dass die im Zuge der Plasmaoxidation an der Faseroberfläche gebildeten Radikale, im Gegensatz zu Polypropylen, nicht genügend stabilisiert werden, so dass eine Sauerstoffanreicherung der Faser unterbleibt.

Auch die Variante des Färbens aus ionischen Flüssigkeiten war nicht zielführend. Generell ist eine Färbung im Ausziehverfahren nach den aus der Küpenfärbung bekannten Methoden auf Polyolefinen nicht vorteilhaft, da die applizierten Farbstoffpigmente letztendlich keine Affinität zum Fasermaterial besitzen. Sofern ein Austausch mit einer wässrigen Flotte stattfinden kann, befindet sich das Pigment daher fast ausschließlich in der Flotte und nicht auf bzw. in der Faser. Daher ist es bei dem neuentwickelten Verfahren essentiell, die Küpenpigmente auf die Faser aufzufouardieren, so dass beim anschließenden Heißfixierprozess eine Diffusion in die Faser eintreten kann. Aus diesem Grunde ist auch der Verküpfungsschritt obsolet. Der Verzicht auf Reduktionsmittel ist aus ökologischer Sicht insgesamt positiv zu bewerten.

Vliesstoffe aus Fasermischungen von Polypropylen mit Viskose ließen sich nach dem Verfahren gut färben. Das Thema der mangelhaften Homogenität ist für diese Artikel weniger von Bedeutung, und sie tritt auch bei Weitem nicht in einem solchen Maße für das Auge in Erscheinung wie auf Geweben. Es zeigten sich für die eingesetzten Vliesstoffe nach Plasmabehandlungen moderate Steigerungen der Farbtiefe.

Zusammenfassend ist zu sagen:

- Die beschriebene Verfahrenskombination einer Plasmabehandlung und einem Heißdampfverfahren mit Küpenfarbstoffpigmenten liefert einen vernünftigen Ansatz zur Färbung von Polypropylentextilien und kann für spezielle Artikel durchaus als Alternative zur Verwendung von spinngefärbtem Fasermaterial in Frage kommen,
- Das Verfahren kann prinzipiell ohne Umrüstungsmaßnahmen und ohne größeren Aufwand auf dem üblichen Maschinenpark eines Veredlungsbetriebs umgesetzt werden,
- Als Plasmabehandlung kann alternativ zu der im Vorhaben dargestellten Niederdruckplasmaanwendung auch die Korona (kontinuierlich) angewendet werden – mit quasi denselben Effekten
- Nasschemische oxidative Vorbehandlungsmaßnahmen zeitigten keinen Erfolg
- Die derzeit im Markt vorwiegend aus Asien erhältlichen Küpenfarbstoffe zeigen große Schwankungsbreiten hinsichtlich ihrer Qualität. Das vorgestellte Verfahren reagiert hierauf sehr sensibel
- Die mit dem Verfahren erzielbaren Echtheiten, insbesondere die Lichteinheiten sind hervorragend
- Die Farbausbeute und die Homogenität der Färbungen ist verbesserungswürdig
- Ein entsprechendes Druckverfahren wie auch die Färbung von Mischartikeln mit Cellulose speziell im Vliesstoffbereich ist möglich und erscheint aus heutiger Sicht interessant.

Danksagung:

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 15951 N der Forschungsvereinigung
Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14,
10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des
Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschafts-
forschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium
für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Färben von Polypropylen-Fasermaterialien mit Küpenfarbstoffen zur Erzielung hoher Echtheiten“ (IGF-Nr. 15951 N) ist am Institut für Textilchemie- und Chemiefasern, Denkendorf erhältlich.

Ansprechpartner:

Dr. Frank Gähr (frank.gaehr@itcf-denkendorf.de)