

Entwicklung eines hochohmigen Fadens mit permanenten und gleichmäßigen elektrischen Eigenschaften auf Basis einer thermisch aktivierbaren Beschichtung

INNO-KOM-Ost VF150041

Abstract

In diesem Projekt wurden leitfähige Fadenmaterialien mit elektrischen Widerständen im Hochohm-Bereich (1–1000 k Ω /m) umgesetzt. Basis bilden die entwickelten Technologien und Polymerbeschichtung mit leitfähigen Additiven. Als leitfähige Additive wurden Graphitpartikel sowie intrinsisch leitfähige Polymere und als Grundpolymere Acrylat bzw. Polyurethanbasis untersucht. Das Aufbringen der leitfähigen Polymerbeschichtung erfolgte über klassische Beschichtungsverfahren für Einzelfäden mit einem anschließenden thermischen Aktivierungsprozess. Die erzielten elektrischen Widerstände im Hochohm-Bereich sowie deren geringe Schwankungsbreite von < 20 % auf 2 cm langen Fadenabschnitten ermöglichen den Einsatz des hochohmigen Fadens in frei zuschneidbaren textilen Heizflächen.

In this project, conductive threads with electrical resistances in the high-ohm range (1–1000 k Ω /m) were implemented. The basis are the developed technologies and polymer coating based on acrylate or polyurethane with conductive additives. Graphite particles and intrinsically conductive polymers were investigated as conductive additives. The conductive polymer coating was applied by common coating processes for threads with a subsequent thermal activation process. The electrical resistances achieved in the high-ohm range and the small fluctuation range of < 20 % to 2 cm thread sections enable the use of high-ohm threads in freely cuttable textile heating surfaces.

Aufgabenstellung

Das Aufheizen definierter Bereiche in Funktionsbekleidung und Autositzen ist eine derzeit beliebte Funktion. Grundvoraussetzung für textiltechnisch erzeugte und frei dimensionierbare Heizstrukturen sind hochohmige Fadenmaterialien mit definierten und vor allem über eine Fadenlänge gleichmäßigen Widerständen. Derzeit verfügbare leitfähige Fadenmaterialien im Hochohm-Bereich (1–1000 k Ω /m) weisen für den Einsatz in frei zuschneidbaren Heizgeweben Nachteile hinsichtlich der Schwankungsbreite der Leitfähigkeit über eine Fadenlänge von 2 cm sowie der Reproduzierbarkeit der elektrischen Kennwerte auf. Zudem besitzen diese hochohmigen Fadenmaterialien nur eine geringe thermische, chemische und mechanische Beständigkeit, was eine textiltechnologische Verarbeitbarkeit nur bedingt gewährleistet und keine Langzeitstabilität im Gebrauch garantiert. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines hochohmigen Fadens mit einer geringen, aber homogenen und permanenten Leitfähigkeit

durch Aktivierung einer auf dem Faden applizierten Polymerschicht mit leitfähigen Additiven in einem thermischen Prozess.

Lösungsweg

Dazu wurden zum einen neuartige thermisch aktivierbare/zersetzbare Polymerbeschichtungen mit leitfähigen Additiven, zum anderen Verfahren zur Umsetzung einer geringen, aber gleichbleibenden und nachhaltigen Leitfähigkeit auf textilen Fadenmaterialien entwickelt. Zudem wurde untersucht, ob sich durch Aufbringen einer SiO_x -Haftvermittlerschicht mittels flammpyrolytischer Gasphasenbeschichtung (C-CVD) die Haftung zwischen leitfähiger Schicht und Faden verbessern lässt. Weitere Anforderungen an den hochohmigen Faden neben dem Erreichen der elektrischen Widerstände im Hochohm-Bereich und der geringen Schwankungsbreite des Widerstandes auf kleinen Fadenabschnitten sind u. a. eine geringe Veränderung der textilphysikalischen Kennwerte und die Gewährleistung der textiltechnologischen Verarbeitbarkeit.

Ergebnis und Anwendungen

Mit der entwickelten Technologie sind über die Fadenlänge definierte und stabile elektrische Fadenwiderstände im Hochohm-Bereich ($1\text{--}1000\text{ k}\Omega/\text{m}$) an Polyester-Mono- und -Multifilamenten realisierbar. Basis der Technologie bilden die entwickelten Polymerbeschichtungen mit leitfähigen Additiven, welche über klassische Fadenbeschichtungsverfahren (Pflatsch- und Klotzverfahren) appliziert werden (s. Abbildung 1). Als leitfähige Additive sind Graphitpartikel sowie intrinsisch leitfähige Polymere eingesetzt worden. Die homogene Leitfähigkeit wird über angepasste Beschichtungspasten und Verfahrensparameter, die thermische Aktivierung aber vor allem über einen mehrfachen Beschichtungsauftrag erreicht. Die erzielte Schwankungsbreite in den elektrischen Kennwerten von $< 20\%$ auf 2-cm-Fadenabschnitten ermöglicht den Einsatz des hochohmigen Fadens in frei zuschneidbaren textilen Heizflächen.

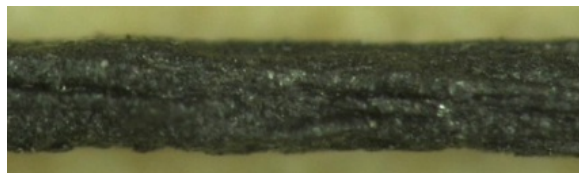


Abbildung 1: links – Aufbringen einer graphithaltigen Polymerbeschichtung auf Fadenmaterial mittels Pflatschverfahren; rechts – Polyester-Multifilament (110 dtex f36) mit Graphitbeschichtung

Eine gute Haftung der leitfähigen Polymerbeschichtung bei Polyester-Monofilamenten wird durch das Aufbringen einer SiO_x -Haftvermittlerschicht mittels C-CVD-Behandlung erreicht (Abbildung 2). Die anschließend durch Pflatschtauftrag aufgebrachte, leitfähige Polymerbeschichtung wird chemisch an die SiO_x -Schicht auf der Fadenoberfläche angebunden. Nach einem Beschichtungsdurchlauf durch die graphithaltige Polymerbeschichtung wird auf dem C-CVD-vorbehandelten PES-Monofilament ein geringerer elektrischer Widerstand erreicht als auf dem PES-Monofilament ohne C-CVD-Behandlung. Dieser Unterschied relativiert sich mit steigender Anzahl der Beschichtungsdurchläufe (Abbildung 3).

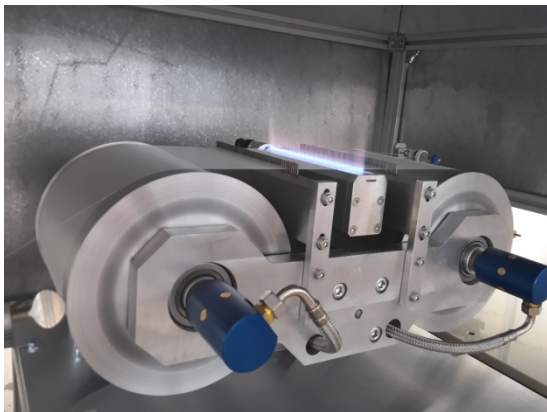


Abbildung 2: C-CVD-Anlage des TITV Greiz

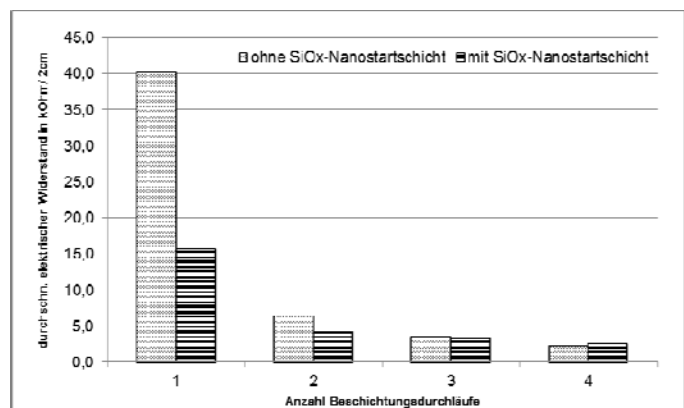


Abbildung 3: Vergleich des elektrischen Widerstandes nach Aufbringen der Graphitbeschichtung in mehreren Durchläufen auf ein PES-Monofilament mit und ohne SiO_x -Nanostartschicht

Zum Nachweis der angestrebten Ergebnisse sind verschiedene Funktionsmuster wie leitfähige Bandgewebe für frei zuschneidbare Heizanwendungen auf Basis der entwickelten hochohmigen Fäden erarbeitet worden. Mit der Umsetzung des leitfähigen Bandes als Heizband ist die textiltechnologische Verarbeitbarkeit der entwickelten hochohmigen Fäden bestätigt. Die Heizbänder sind anschließend konfektioniert und mittels Wärmebildkamera sowie elektrischer Untersuchungen bewertet worden. Die Bandgewebe auf Basis mit Graphit beschichteter Fäden weisen eine gute Wärmeverteilung bei einer Spannung von 12 V auf. Zudem liegt eine gute thermische, mechanische und chemische Beständigkeit in Waschprozessen bei 30 °C vor (Abbildung 4).

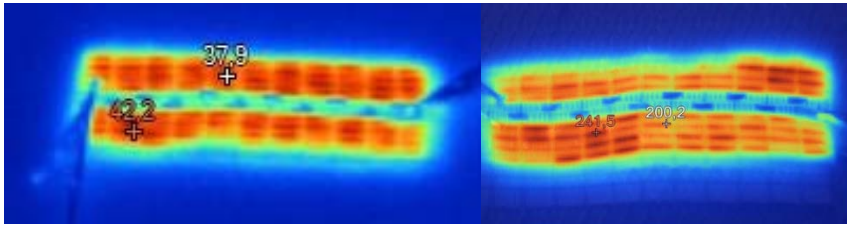


Abbildung 4: Wärmeverteilung im Heizband auf Basis mit Graphit beschichteter Fäden;
links – vor der Wäsche, rechts – nach der 10. Wäsche

Projektleiter: *Dipl.-Ing. (FH) Antje Krahmer*
Tel.: *03661 / 611 150*
E-Mail: *a.krahmer@titv-greiz.de*