

Schrumpfaufnehmende Garnspule (AIF 15921 N/1)

Autoren: M. Eng. (FH) Yulia Sarazhynska
Dipl.-Ing. (FH) Viola Finckh
Dipl.-Ing. Hermann Finckh
Dipl. Ing. Florian Fritz
Dipl.-Ing. Christoph Riethmüller
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck

Erschienen: 01.08.2011

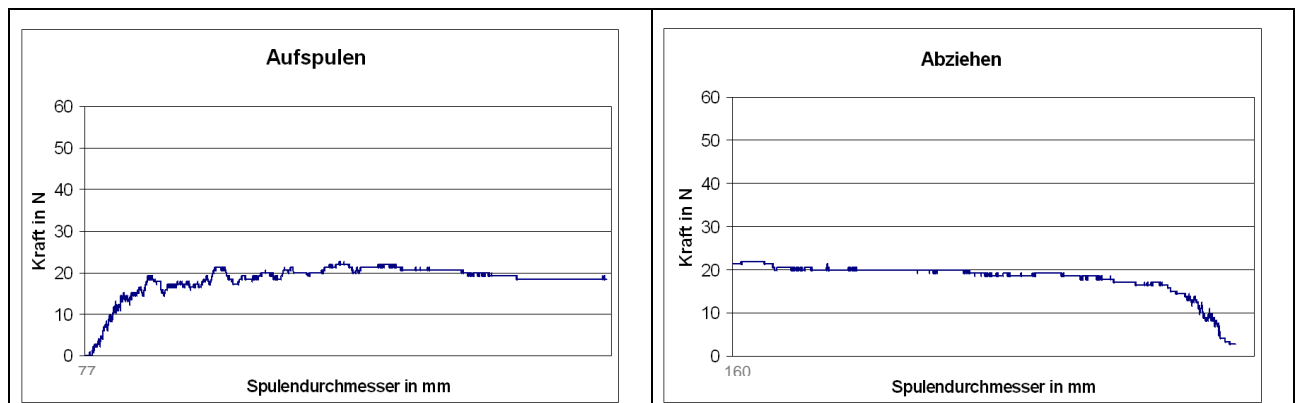
Zusammenfassung:

Bei der Produktion von Viskosefilamentgarn im Spulspinnverfahren bleibt das aufgespulte Garn während der Weiterverarbeitung in der Wäsche und der Trocknung auf starren Metallhülsen. Der aufgrund der Cellulose-Basis auftretende Schrumpfung der Faser sowohl beim Auswaschen der Schwefelsäure als auch beim anschließenden Trocknen wird von der verformungssteifen Aluminiumhülse nicht aufgenommen. Dies führt zu stark unterschiedlichen Materialeigenschaften wegen der sich aufbauenden Eigenspannungen, bis hin zum Vorschädigen (Zerreißen) des Garnes unter diesen Spannungen.

Ausgehend von den Gegebenheiten der Viskosegarnherstellung war es Ziel des Projektes, Grundlagen für eine kostengünstige Garnspule zu erarbeiten, die im Zusammenspiel von Hülse und Wickelkörper den produktionsbedingten Schrumpfung des Garnes bei der Viskosegarnherstellung aus den Produktionsschritten Entsäuerung (Wäsche) und Trocknung in prozessabgestimmter Form aufnimmt.

Aufbauend hierauf war es Hauptziel des Projektes, die gefundenen technologischen Einzelaspekte zusammenzuführen und den Übertrag auf andere Spulenbildungsprozesse zu machen. Ferner war es Ziel, die Schrumpfprozesse im Spulenwickel besser verstehen und beschreiben zu können. Neben den experimentell durchgeführten Versuchen sollten hier auch die Mittel der numerischen Simulation (FEM) eingesetzt werden, um ein Werkzeug für die konstruktive und materialtechnische Auslegung zu schaffen.

Im Hinblick auf ein besseres Verständnis der im Spulenwickel wirkenden Kräfte wurden im Rahmen des Projekts Folienkraftsensoren auf Aluminiumhülsen aufgebracht und damit die Kräfte bei Viskosefilamentspulen unter industriellen Bedingungen erfasst. Im Technikum des ITV Denkendorf wurden aufbauend hierauf Untersuchungen mit Polyesterfilamentgarnen durchgeführt. Eigens für diese Untersuchungen wurden zwei HT-Polyestergarne mit unterschiedlichem Schrumpfverhalten am ITV Denkendorf hergestellt. Es wurden Hülsenkräfte beim Spulen und Abziehen von geschrumpften und ungeschrumpften Spulen erfasst. Des weiteren erfolgten Messungen, der auf die Hülse wirkenden Kräfte bei verschiedenen Kreuzungswinkeln und Spulspannungen, kombiniert mit der Messung der Fadenzugkräfte beim Abziehen der hergestellten Spulen. Es wurden Untersuchungen zum Spulenaufbau durchgeführt und der Einfluss auf die Garnkennwerte vor und nach einem Garnschrumpf in der Spule und als Strang ermittelt. Ferner wurden Spulenwickel auf verschiedenen Hülsentypen auf ihre Eigenschaften untersucht.



Sensor Mitte 32; Kalibrierbereich 10-100 N
Material: PET dtex 76f24; 13% Heißluftschumpf (HLS)

Hülsendurchmesser: 77 mm
Spulendurchmesser: 160 mm

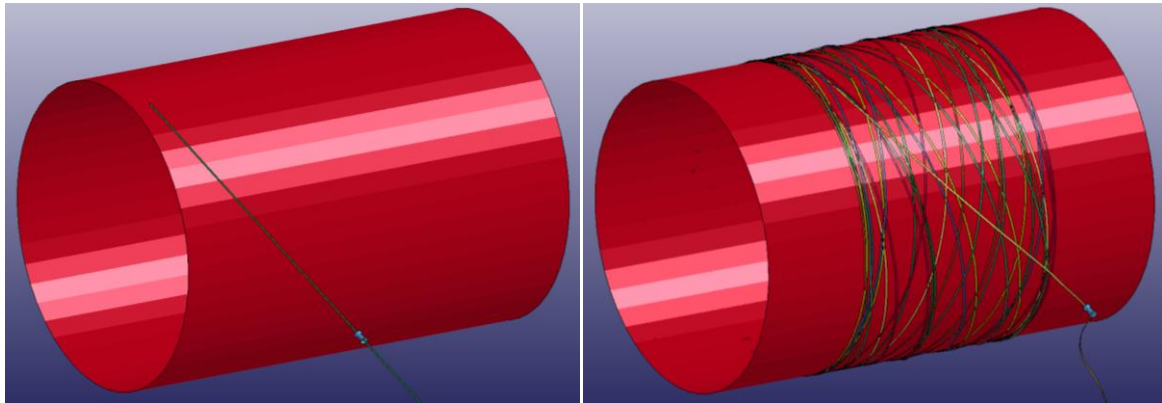
Abbildung 1: Auf die Hülse wirkende Kräfte beim Aufspulen und Abziehen einer Vollspule, 13% HLS

Messungen der auf die Hülse wirkenden Kräfte haben ergeben, dass die auf den Hülsenkörper ausgeübte Kraft mit zunehmendem Spulendurchmesser ansteigt. Es wurde ein charakteristischer Kraftverlauf der Hülsenkraft beim Spulen und anschließendem Garnabzug ermittelt. Die auf die Hülse wirkenden Kräfte nehmen hierbei bei der Bewicklung schnell zu und nähern sich beim größeren Spulendurchmesser asymptotisch einer Maximalkraft an, siehe Abbildung 1.

Bei der Analyse der Spulenwickel vor und nach dem Garnschrumpf wurde festgestellt, dass es neben einer Reduzierung des Spulendurchmessers auch zur Verringerung des Spulenhubs durch den Garnschrumpf kommt. Die Winkelmessungen der Spulenwickel vor und nach dem Garnschrumpf am Prüfstand zur Analyse der Bewicklungsart haben ergeben, dass trotz einer Veränderung der Spulengeometrie sich der Verkreuzungswinkel bei Spulen auf starren Hülsen nur minimal verändert.

Des weiteren erfolgten Messungen, der auf die Hülse wirkenden Kräfte bei verschiedenen Kreuzungswinkeln und Spulspannungen, kombiniert mit der Messung der Fadenzugkräfte beim Abziehen der hergestellten Spulen. Es wurden Untersuchungen zum Spulenaufbau durchgeführt und der Einfluss auf die Garnkennwerte vor und nach einem Garnschrumpf in der Spule und als Strang ermittelt. Ferner wurden Spulenwickel auf verschiedenen Hülsentypen auf ihre Eigenschaften untersucht.

Zur Durchführung der Bewicklungssimulationen wurden zwei verschiedene Lösungsansätze verfolgt; zum einen die Bewicklung entsprechend des realen Spulprozesses (Herstellungssimulation) und zum anderen eine Kombination der mathematischen Beschreibung der Fadenlage mit der numerischen Simulation, die als ITV-Spulengenerierungs-Simulation bezeichnet wird. Bei der Herstellungssimulation wurden zahlreiche Varianten entwickelt, wobei die Fadenmodellentwicklung von besonderer Bedeutung war. So konnte bzgl. der Ausgangslage eine Rechenzeitreduzierung der Simulation um den Faktor 75 erzielt werden und es gelang erstmals eine von den Herstellungsparametern abhängige Fadenablage (z.B. digitale Wicklung) auf der Hülse für mehrere Meter Garn (Abbildung 2). Mit neuen Funktionalitäten im FE-Programm sind zukünftig auch wesentlich größere Fadenlängen möglich. Hier können die Vorgänge zwischen den Fäden untereinander und beim Bewickeln auf die Spule im Detail untersucht werden (z.B. Nacheilen des Auflaufpunktes, Schleppfehler).



a) Beginn der Simulation

b) Endzustand nach 7000 mm aufgewickeltem Faden

Abbildung 2: Wicklungssimulation mit dem neuen Fadenmodell aus Flächenelementen

Um auch Schrumpfvorgänge für praxisnahe Fadenlängen auf der Hülse simulieren zu können, wurde ferner die ITV-Spulengenerierungs-Simulation entwickelt. Bei der Modellerstellung werden die Fadenlagen näherungsweise durch eine mathematische Funktion beschrieben und anschließend durch die numerische Simulation in ihre endgültige Form gebracht. Bei der Simulation verkürzen sich die fadenbeschreibenden Elemente, bis sie Lage auf Lage liegen und eine geschlossene Oberfläche bilden (Abbildung 3). Durch dieses Verfahren erhält man ein Spulenmodell, das bereits recht nahe an die Realität herankommt. Somit wurden die Zusammenhänge der Schrumpfprozesse im Spulenwickel an praxisrelevanten Garnen experimentell erfasst und technologisch beschrieben sowie in Simulationsmodelle übertragen.

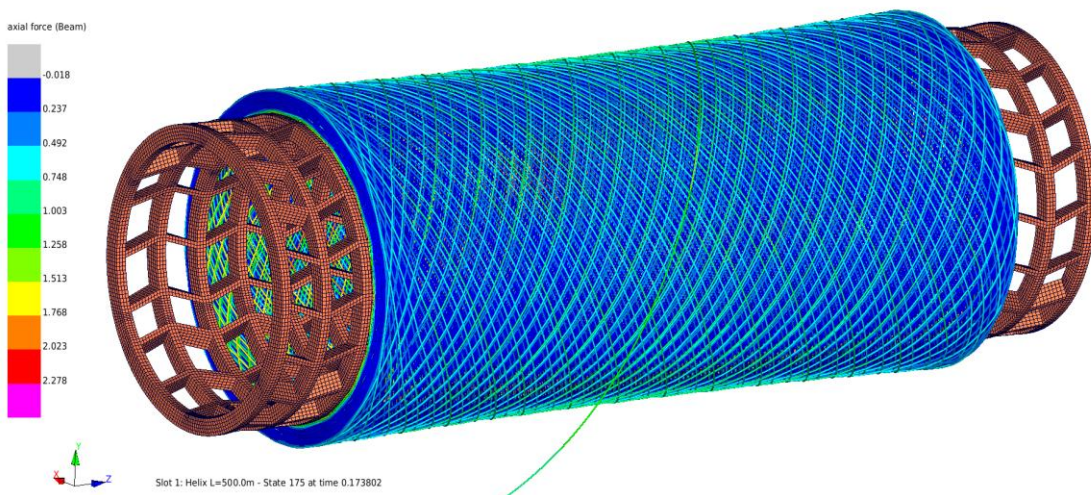


Abbildung 3: Zustand des Garnwickels auf der Hülse (axiale Kräfte im Garn)

Mit diesem Simulationsmodell kann dann, wie in Abbildung 4 dargestellt ist, die axiale Druckbelastung der Hülse zur Entlastung des Garnwickels simuliert werden.

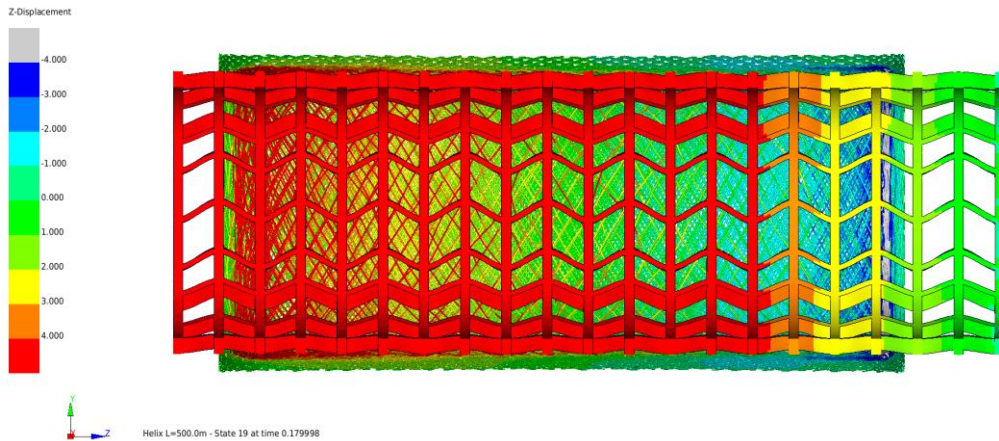


Abbildung 4: Zusammenpressen der „schrumpfaufnehmenden“ Hülse mit Garnwickel mit höheren Garn/Hülsen-Reibung (Darstellung der Verformungen in axiale (Z) Richtung), Schnittdarstellung

Die Entwicklung der ITV-Spulengenerierungs-Simulation stellt die Basis für tieferegehende und realitätsgetreue Simulationen zur Wechselwirkung zwischen Garnwickel und Hülse, Auswirkung des Wickelaufbaus, der Untersuchung phänomenologische Vorgänge und somit der Entwicklung besserer und anwendungsbezogener schrumpfaufnehmender Spulen dar.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 15921 N/1 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Für diese Förderung danken wir.

Unser Dank für die freundliche und tatkräftige Unterstützung gilt außerdem folgenden Firmen:

- Autoflug Steuerungs- und Sensor Technik GmbH
- Belfein GmbH
- DYNAmore GmbH
- Enka GmbH & Co. KG
- ITV Produktservice GmbH
- Technimark-Eisbär GmbH

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Schrumpfaufnehmende Garnspule“ (IGF-Nr. 15921 N/1) ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christoph Riethmüller (christoph.riethmueller@itv-denkendorf.de)

Simulation: Dipl.-Ing. Hermann Finckh (hermann.finckh@itv-denkendorf.de)