

MESS- UND STEUERUNGSTECHNIK FÜR DEN INNENFADEN BEIM DIREKT-KABLIERVERFAHREN

Projektleiter: Dipl.-Ing. Jan Grünert

Laufzeit: 08/02 – 10/03

Ausgangssituation

Das Prinzip des Direktkablens ist seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts bekannt und durch zahlreiche Patente und Veröffentlichungen bis in die heutige Zeit belegt. Doch erst in den letzten 15 Jahren erreichte das Verfahren seinen Durchbruch. Hauptgrund ist vor allem der immer weiter gestiegene Verbrauch an hochwertigen Kordzwirnen in der Reifenherstellung. Reifenkordgewebe kommen vor allem in der Karkasse, über die die Kraftübertragung zwischen Felge und Lauffläche erfolgt, zum Einsatz, so dass aus Sicherheitsgründen an die Qualität des Reifenkords besondere Anforderungen gestellt werden müssen.

Ein qualitativ hochwertiger Reifenkord zeichnet sich durch einen geringen Reißfestigkeitsverlust gegenüber den theoretischen Werten der Reißfestigkeit, resultierend aus den Werten der Einzelfäden, sowie seine gleichmäßige Drehung über die Lauflänge aus.

Praktisch ist die Längengleichheit der Einzelfäden im Kord das bestimmende Qualitätsmerkmal. Erreicht wird die Längengleichheit durch die exakte Verzwirnung der beiden, im Kordierpunkt zusammenlaufenden Fäden. Um eine längengleiche Verzwirnung von Innen- und Außenfaden im Kordierpunkt zu erreichen wird eine optimale Kordierpunktgeometrie angestrebt. Die Kordierpunktgeometrie stellt sich dabei direkt über die im Kordierpunkt vorhandenen Fadenspannungen ein. Die Innenfadenspannung wird unmittelbar von der Innenfadenbremse aufgebracht, während die Außenfadenspannung durch die im Ballon des Außenfadens auftretenden Flieh- und Zugkräfte induziert wird.

Der Innenfadenlauf wird während des Kablierprozesses vollständig vom Außenfadenballon eingeschlossen und ist damit nach außen abgeschirmt. Durch diese Abschirmung ist es nicht ohne weiteres möglich aktive Elemente im Inneren des Fadenballons anzusteuern, so dass eine grobe statische Voreinstellung der Innenfadenbremse, die aus kurzen Anlauftests und entsprechenden Erfahrungswerten gewonnen wird, während des gesamten Betriebs der Arbeitsstelle hinreichend genau sein muss. Eine aktive Beeinflussung der Einstellung der Innenfadenbremse ist jedoch in Abhängigkeit von der während des Betriebs technologisch schwankenden Ballonfadenzugkraft im Außenfaden zur Sicherung der hohen geforderten Kordqualität notwendig.

Forschungsziel

Forschungsziel war die Entwicklung und Umsetzung von Konzepten zur Realisierung einer intelligenten Mess- und Steuerungstechnik für den im Direktkablprozess durch den Ballon des Außenfadens isolierten Innenfaden. Dabei soll die Innenfadenbremse als intelligentes System so umgesetzt werden, dass sie selbstständig die Innenfadenzugkraft entsprechend den technologischen Erfordernissen anpasst. Über die Anpassung der Innenfadenspannung soll eine hohe Kordqualität über die Abarbeitungszeit der Vorlagespulen sowie während des Spindelhoch- und -niederlaufes erreicht werden.

Dazu erfolgte auf Basis eines, aus der Analyse der Ausgangssituation gewonnenen Gesamtkonzeptes eine systematische Lösungssuche zu den bereits aus den Vorbetrachtungen und der Literatur- und Patentrecherche hervorgegangenen Einzelaspekten:

- Energiebereitstellung an der Innenfadenbremse durch den Ballon des Außenfadens hindurch
- Beeinflussung der Fadenspannung durch eine geeignete Vorrichtung zur Beeinflussung der Innenfadenzugkraft
- Signalgewinnung und Steuerungsalgorithmus der steuerbaren Innenfadenstellvorrichtung (Innenfadenbremse).

MESS- UND STEUERUNGSTECHNIK FÜR DEN INNENFADEN BEIM DIREKT-KABLIERVERFAHREN

Zu den Einzellösungen werden entsprechende Vorversuche durchgeführt, die gefundenen Lösungen werden auf ihre Eignung hin untersucht. Für die jeweils optimale Lösung wird in einem weiteren Arbeitsschritt eine konstruktive Umsetzung angestrebt und in einem ersten Versuchsmuster realisiert.

In technologischen Versuchen findet die Erprobung des Funktionsmusters zum Nachweis der prinzipiellen Funktionsfähigkeit statt. Parallel zur konstruktiven Umsetzung erfolgt durch theoretische Betrachtungen und technologische Untersuchungen die Erarbeitung eines Steuerungsalgorithmus für die Ansteuerung der Innenfadenbremse.

Forschungsergebnis

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten zu einer intelligenten Mess- und Steuerungstechnik für den Innenfaden beim Direktkablieren zeigen Machbarkeit und Möglichkeit einer autark innerhalb des Außenfadenballons arbeitenden Innenfadenstellvorrichtung.

Die technisch realisierbaren Teillösungen zur Energieversorgung, zur Fadenzugkraftverstellung sowie zur Signalübertragung und Ansteuerung der angestrebten Innenfadenstellvorrichtung sind in einem ersten Versuchsmuster umgesetzt. Der Funktionsnachweis für das technische Prinzip wurde mit dem Versuchsmuster in einem Versuchskablierstand unter Prozessbedingungen erbracht.

Mit dem Versuchsmuster steht eine erste, während des Kablierprozesses von außerhalb des Fadenballons einstellbare bzw. selbsteinstellende Innenfadenbremse zur Verfügung. Damit ist es möglich weitere praktische Untersuchungen zum Prozess selbst durchzuführen.

Zur Ansteuerung der Innenfadenstellvorrichtung wurden Möglichkeiten der Signalgewinnung untersucht. Betrachtet wurden die Möglichkeiten der Kordierpunktbeobachtung mittels optischer Systeme (industrielle Bildverarbeitung) sowie die Generierung eines Referenz-Kennlinienfeldes.

Für die Implementierung eines Kennlinienfeldes in die Ansteuerung der Stellvorrichtung zeigen sich die Grenzen des Systems jedoch in der hohen spezifischen Material- und Prozessabhängigkeit der Einstellungen.

Die Erfassung des Kordierpunktverhaltens mit Mitteln der industriellen Bildverarbeitung ist technisch realisierbar jedoch mit sehr hohen Aufwendungen in Anschaffung und Betrieb verbunden, so dass die Umsetzung eines solchen Systems zur Zeit nicht möglich ist.

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Im Gesamtergebnis der Arbeiten ist es möglich, durch Zusammensetzen der Einzellösungen die umsetzbare Entwicklung einer seriennahen Lösung zur Innenfadenzugkraft-Beeinflussung durch eine Innenfadenstellvorrichtung abzuleiten. Die gewonnenen Erkenntnisse können dabei direkt in die Entwicklungsarbeiten zu einem Prototypen einfließen.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Umsetzung der Forschungsergebnisse liegt zum einen in der möglichen Weiterentwicklung der, für das Direktkabliverfahren verfügbaren Maschinenteknik beim Industriepartner sowie der damit verbundenen Sicherung bzw. Verbesserung der erreichbaren Kordqualität bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktivität beim Reifenkordproduzenten begründet. Mit der erfolgreichen Umsetzung der im beantragten Forschungsvorhaben beschriebenen Ziele, wird eine weitere Festigung sowie der Ausbau der Marktposition des Industriepartners erreicht.