

Ausgangssituation

Am Verschleißsystem Schützenrad/ Laufbahn / PP Polypropylen-Bänder der Rundwebmaschine traten erheblichen Verschleißerscheinungen an den Kunststoffrädern aus einem weichen PUR-Elastomer der Härte 90 Shore A mit einer Leistungssteigerung und damit verbundenen Vergrößerung der thermischen und mechanischen Belastung sowie mit den für die PP-Bänder eingesetzten Avivagen in den Produktionsbetrieben auf. Verschleißerscheinungen zeigten sich in Materialverschiebungen, Aufschmelzungen, Ablösen von der Nabe.

An den Verschleißteilen Changierschiffchen und Fadenschieber aus Kunststoff Polyamid PA 11 bzw. PA 12 der ATW- und ASW-Changierung tritt Verschleiß durch Gleitreibung auf. In der Praxis werden die Changierungen mit klassischen Fetten betrieben, um eine längere Lebensdauer zu erreichen. Die Standzeiten sind gut, sollen aber weiter verbessert werden. In Ländern mit anderen klimatischen Bedingungen wie höherer Luftfeuchte und Temperatur gab es frühzeitige Ausfälle durch die hygroskopische Wirkung der eingesetzten Polyamide, die dadurch quellen und sich verklemmen. Geringe Standzeiten sind die Folge.

Forschungsziel

Mit dem Vorhaben sollen in der Textilmaschinenpraxis auftretende typische Verschleißfälle an tribotechnischen Systemen der Rundwebmaschine für die Fadenverarbeitung und der Spulmaschine für die Fadenvorbereitung untersucht werden.

Für das Verschleißsystem Schützenrad / Laufbahn / PP-Bänder bestand die Forderung nach einem weichen Radbelag für eine hohe Laufruhe und zum schonenden Überrollen der PP-Bänder. Die Belastungsanalyse im tribologischen System, die Auswahl, Fertigung und Prüfung von weichelastischen Radbandagen für die Schützenräder auf speziellen Prüfständen mit dem Ziel der Verschleißminderung sind Inhalt dieses Projektteiles.

Am Verschleißsystem Changierschiffchen/Fadenschieber und Khegwindewelle der ATW- und ASW-Changierung erfolgen Prüfstandsversuche mit höheren Doppelhubzahlen und Analysen zur Optimierung des Verschleißsystems und Ermittlung von geeigneten Kunststoffen für die Verschleißteile der ATW- und ASW –Changierung mit dem Ziel der Erhöhung der Standzeiten.

Forschungsergebnis

Verschleißsystem Schützenrad / Laufbahn / PP-Bänder:

Hohes Lastniveau, ungünstige Verteilung der Normalkraft und Scherkräfte durch Axialkraft, Schlupf in Lauf- und Querrichtung liegen durch die Neigung der Laufbahnen von 45° vor. Dazu kommen viskoelastische Verluste der Kunststoffe bei der Rollbewegung und Probleme durch zu dünne Beläge. Analytische Berechnungen gelten nur für ideale Systeme. Für Versuche wurden ein Rad- und ein Maschinenprüfstand konzipiert. Untersuchungen zur Kontaktfläche und Wärmeabführung erfolgten. Temperatur-Last-Zeitkurven geben Aussagen zum viskoelastischen- und Verschleißverhalten. Kunststoffbeläge aus harten und weichen Elastomeren, PUR-Elastomeren sowie harte Thermoelaste wurden untersucht. Es wurde nachgewiesen, dass kein weicher Kunststoffbelag mit der derzeitige Konstruktion und Belastung im Kurzzeitbetrieb ohne Verschleißschäden zurechtkommt. Das lastabhängige Werkstoffverhalten liegt bei üblicher Raumtemperatur zu nahe an den ultimatenn Kennwerten. Der harte Thermoplast HTP Stanyl 371 wäre geeignet, aber mit viel höherer Lärmentwicklung als harte elastomere Beläge. Eine kunststoffgerechte Neukonstruktion ist Bedingung für den Einsatz eines weichen Kunststoffes. Zur Auslegung und Belastungsminderung wurden Aussagen erarbeitet. Am Rad und oberer Laufschiene wurden erste Optimierungen vorgenommen, die zu besserem Verschleißverhalten in der Produktion führten.

Verschleißteil Changierschiffchen/Fadenschieber der Changierung:

Hauptbelastungsarten des Changierschiffchens und Fadenschiebers in der Changierung sind Verschleiß durch Gleitreibung und Belastungsbrüche, entweder Dauerermüdungsbrüche durch eine wechselseitige Biegebelastung oder Gewaltbrüche durch Lastspitzen infolge hoher Klemmkraft beim Verhaken in der verschlissenen Oberfläche. Ungenügende Präzision spielt außerdem eine Rolle beim Versagen. Neben der visuellen Einschätzung wurden Hinweise durch eine bruchmechanische Analyse erarbeitet. Genauere Aussagen zur Belastung sind ohne gezielte Experimente nicht möglich, nur die Beschleunigungskräfte in den Umlenkstellen wurden ermittelt. Zwei Prüfstände mit jeweils 4 Changierungen wurden gebaut. Die starke Abhängigkeit der Temperatur am Kunststoff nach Belastung zum Umgebungsklima wurde gezeigt. Für die Changierschiffchen der ATW-Changierung mit erhöhter Doppelhubzahl wurde eine enorme Verschleißminderung am Serienmaterial von 40 – 50 % durch kunststoffgerechte Schmierstoffen nachgewiesen, die auf höhere Standzeiten >> als 600 h schließen lassen. Von den alternativ untersuchten Materialien mit PTFE Fett Fin Grease MP 2/3 zeigt das PA 6 Durethan B 40 SK hohe Verschleißgüte und Bruchfestigkeit, wäre durch extreme Feuchte- und Wasseraufnahmefähigkeit unter bestimmten klimatischen Umgebungen nicht einsetzbar. Das PEEK Victrex 450G mit gleich hoher Verschleißgüte wie das Serienmaterial mit kunststoffgerechtem Fett, geringer Feuchte- und Wasseraufnahmefähigkeit ist kerbempfindlich und neigt deshalb eher zu Brüchen. Vom strahlenchemisch vernetzten PE-UHMW GUR 5113 mit hoher Verschleißgüte, geringer Feuchte- und Wasseraufnahmefähigkeit, aber geringer Bruchfestigkeit konnte nur ein Exemplar getestet werden. Gesicherte Aussagen sind nur durch weitere Versuche möglich.

Das Verschleißergebnis der ASW-Fadenschieber zeigt, dass mit der Serienausführung eine vom Hersteller geforderte Standzeit von 1000 h mit Sicherheit erreicht wird und aus dem weiteren Kurvenverlauf auch 2000 h mit akzeptablen Verschleiß erreicht werden können. Selbst mit höherer Doppelhubzahl von ca. 2000 DH/min wird die vom Hersteller geforderte Standzeit von 1000 h mit akzeptablem Verschleiß vermutlich erreicht werden. Kunststoffgerechte Fette bringen in diesem Belastungsfall vermutlich durch die hohe Gleitgeschwindigkeit keine Verbesserung. Alternative Materialien konnten durch das fehlende Werkzeug nicht abgespritzt werden. Das von einer Spritzgussfirma ausgewählte und abgespritzte hochsteife PA 66 Zytel mit 20 % Kevlarfasern fiel durch Brüche nach wenigen Stunden aus.

Bei allen Ergebnissen weist vieles auf eine hohe Wechselfestigkeitsbelastung hin, was in Dauerschwingversuchen abgeklärt werden kann. Prüfstandsergebnisse und bruchmechanische Analyse orientieren bei der alternativen Kunststoffauswahl auf hohe Zähigkeit, mittlere Festigkeit, hohe Biege-Wechselfestigkeit und geringe Versprödungsneigung zur Vermeidung der Rissausbildung und –ausbreitung. Vorgeschlagene konstruktive Änderungen müssen durch Prüfstandsversuche getestet werden

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Die Ergebnisse sind anwendbar für Textilmaschinenbaubetriebe, die ähnliche Probleme bezüglich Verschleiß beim Einsatz von Kunststoffen haben. Darüber hinaus aber auch für den allgemeinen Maschinenbau, für die Anwendungstechnik der Kunststoffindustrie, für die Industrie, für den Fahrzeugbau, für Forschungseinrichtungen, die sich mit Verschleißproblemen von Kunststoffen unter hohen mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen ganz allgemein beschäftigen oder aber ganz speziell mit dem Kunststoffrad/Schiene/ Problem sowie dem Gleitverschleißverhalten und der Bruchmechanik von Kunststoffen.

Die Erfahrungen und Aussagen bezüglich des Werkstoffverhaltens unter den hohen Lasten und geometrischen Bedingungen stellen grundlegende und allgemeine Erkenntnisse dar.

OPTIMIERUNG VON VERSCHLEISSBEHAFTETEN ELEMENTEN IM TEXTILMASCHINENBAU

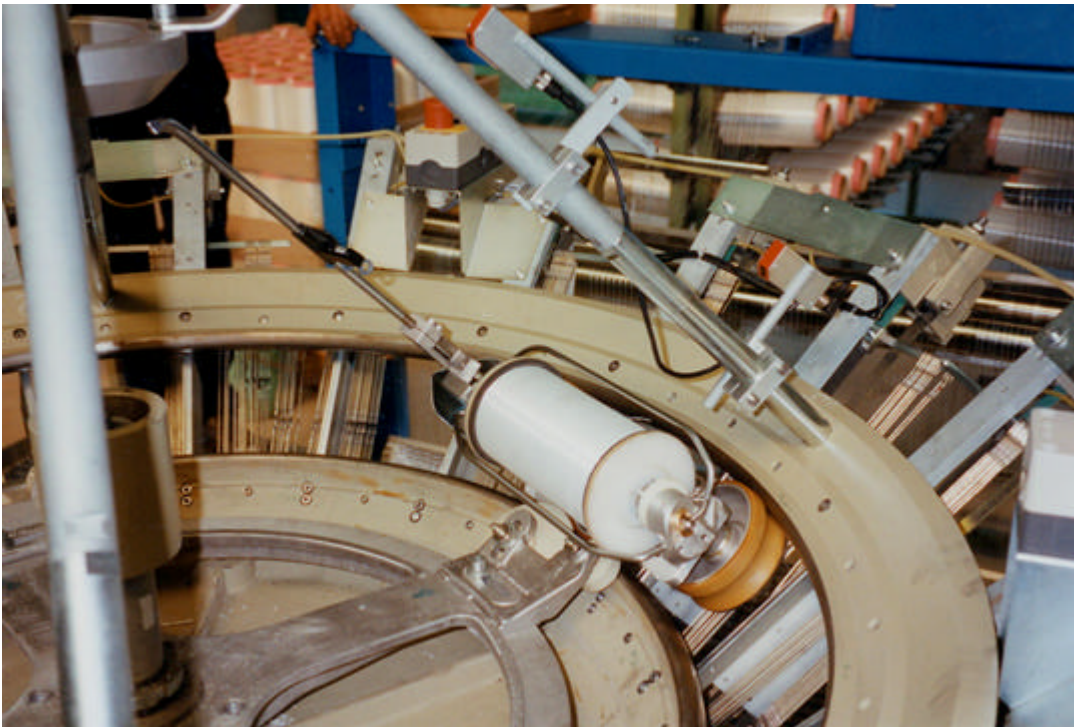


Bild 1: Teilansicht Maschinenprüfstand mit Schützen und Spule

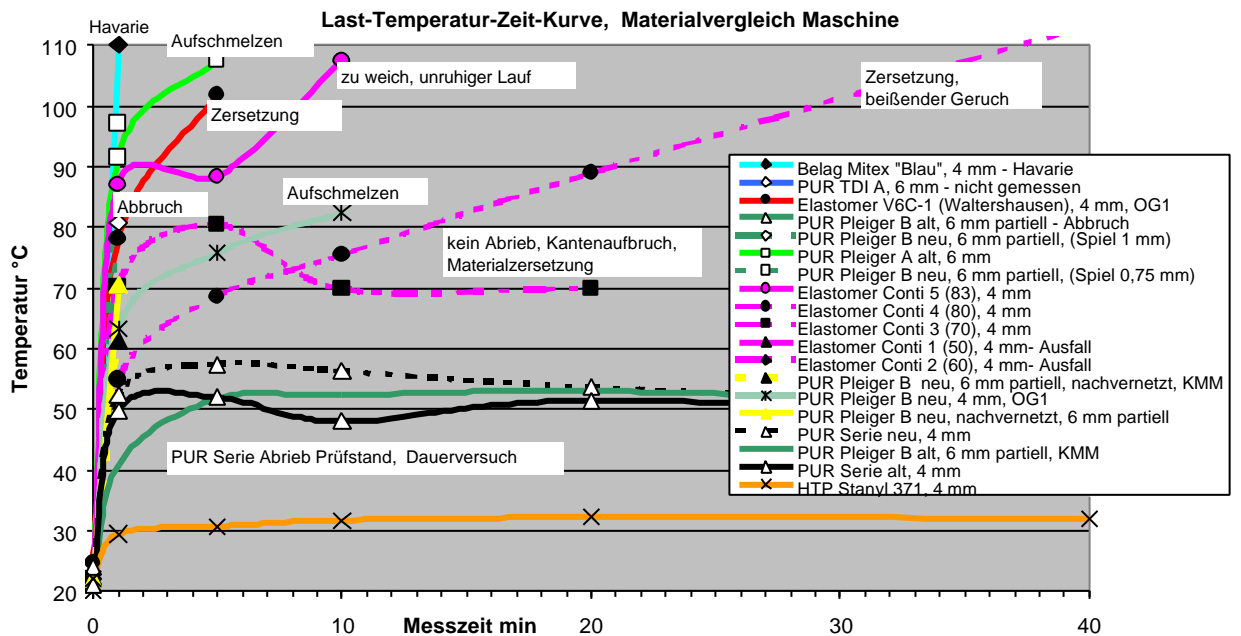


Bild 2: Temperatur Belag, Drehzahl 2 448 U/min (900 ppm), Cetex-Maschine ohne Bändchen

OPTIMIERUNG VON VERSCHLEISSBEHAFTETEN ELEMENTEN IM TEXTILMASCHINENBAU

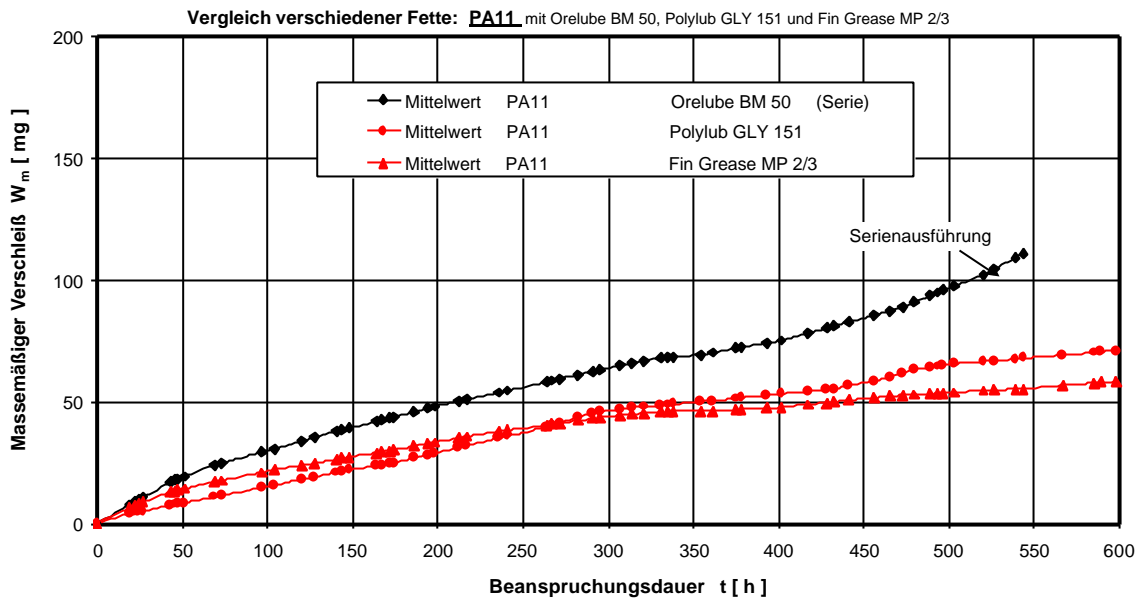


Bild 3: Massenmäßiger Verschleiß in Abhängigkeit von der Beanspruchungsdauer am Serienmaterial Polyamid 11, 400 DH/min, Fettvergleich, ATW-Changierung

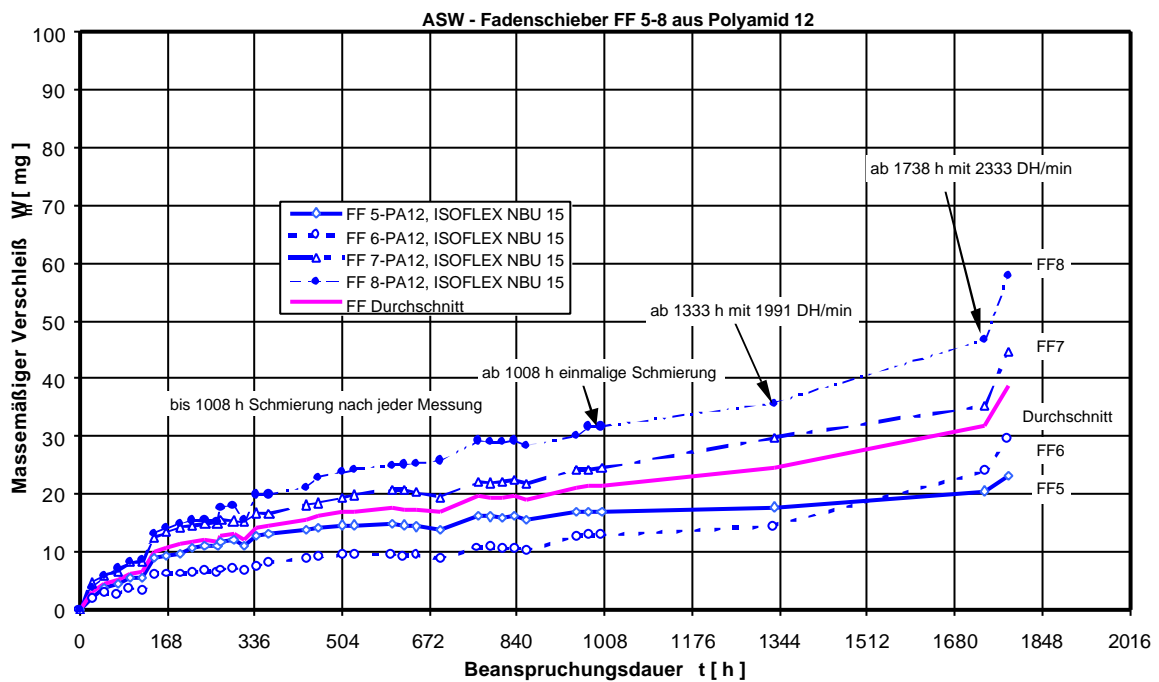


Bild 4: Massenmäßiger Verschleiß in Abhängigkeit von der Beanspruchungsdauer, Polyamid 12, 1 800 DH/min und steigend, Fett Isoflex NBU 15 (klassisch), Standzeittest, ASW-Changierung