

DIE WECHSELWIRKUNG DER SPANNUNGSÄNDERUNGEN DES SPINNENS UND DER SPINNBALLONDEFORMATIONEN

Von

G. MERÉNYI

Lehrstuhl für Textiltechnologie und Leichtindustrie, Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 5. Dezember 1963)

Vorgelegt von Prof. Dr. A. VÉKÁSSY

In Ringspinnereien trifft man häufig auf die Auffassung, daß das Entstehen eines Spinnballons für den Verlauf der Spinnspannung als vorteilhaft zu betrachten ist, wenn in dem Fadenabschnitt, der den Ballon bildet, Massenungleichmäßigkeiten (dünne und dicke Stellen, Noppen) auftreten. Diese Auffassung erklärt sich daraus, daß die als Folge der Ungleichmäßigkeiten auftretende Spannungszunahme in erster Reihe eine Ballondeformation hervorruft und somit den Faden nur auf indirekte Weise beansprucht. Demgemäß kann die auf den Faden ausgeübte Spannungszunahme in diesen Fall vernachlässigt werden. Kommt es jedoch aus irgendeinem Grund nicht zur Ballonverformung, erreicht die Spannung eine Höhe, die jedenfalls berücksichtigt werden muß. Im betriebsmäßigen Ringspinnen kann jedoch der Ballon stets als expansions- bzw. kontraktionsfähig angenommen werden, der Faden wird also durch die Spannungsänderungen unmittelbar nicht belastet.

Diese Auffassung läßt sich jedoch keineswegs verallgemeinern, weil sich der Sinn der Spinnspannung jeweils danach richtet, ob die Garnungleichmäßigkeit in dem den Ballon bildenden Fadenabschnitt durch einen Maßendefekt oder durch einen Maßüberschuß hervorgerufen wird. Die Spannungskompensation hat auch anderweitige Voraussetzungen wie etwa die Deformationsfähigkeit des Ballons im Moment des Auftretens der Garnungleichmäßigkeit.

Es sei angenommen, daß in dem den Ballon bildenden Fadenabschnitt eine dünne Garnstelle aufscheint und daß sich der Faden hierbei eben auf den kleinsten Kopsdurchmesser aufwickelt. In diesem Fall ist der Ballon vom Anfang an so gespannt, daß seine Deformationsfähigkeit sehr gering ist und der Faden den größten Teil der erhöhten Zugkraft zu tragen hat. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß hierbei der Ballon nicht imstande ist, die hohe Spannungszunahme auszugleichen, daß also mit Fadenbrüchen zu rechnen ist.

Das Problem soll hier in zwei Schritten geklärt werden. Zunächst muß die zwischen Spinnspannung und Ballondeformation bestehende Beziehung exakt bestimmt werden, worauf die Untersuchungen auf alle im Spinnsystem möglichen Fälle ausgedehnt werden müssen.

I. Die Beziehung zwischen Fadenspannung und Ballonform

Diese Beziehung beschreibt das Gleichungssystem der Fadenkurve. Von den im Ballon wirkenden Kräften kommen das Fadengewicht und die Corioliskraft als im Verhältnis zu den anderweitigen Kräften vernachlässigbare Größen in dem Differenzial-Grundgleichungssystem nicht vor. Die Ballonkurve wird also durch ein Gleichungssystem beschrieben, das die Zentrifugalkraft und den Luftwiderstand berücksichtigt. Die vertikale Komponente der Fadenspannung, die den stationären Ballon entstehen läßt, ist wie bei der Kettenkurve in jedem Punkt der Fadenkurve konstant. Auf dieser Grundlage schreibt sich das Ballongleichungssystem zu

$$\left. \begin{aligned} y &= A \cdot \cos cx \cdot \sinh ax + C \cdot \sin cx \cdot \cosh ax \\ z &= C \cdot \cos cx \cdot \sinh ax - A \cdot \sin cx \cdot \cosh ax \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Hier bedeutet c die Konstante der Zentrifugalkraft und a die Konstante des Luftwiderstandes, physikalisch gedeutet gemäß

$$c = 0,335 \frac{n_f}{\sqrt{N \cdot T_x}} \quad [\text{cm}^{-1}] \quad (2)$$

$$a = 0,00074 \frac{D \cdot n_f}{\sqrt{T_n}} \quad [\text{cm}^{-1}], \quad (3)$$

worin n_f — die Drehzahl des Läufers (10^{-3} min^{-1}),

N — die metrische Feinheit des Fadens,

D — der Spinnringdurchmesser (cm) und

T_x — die vertikale Komponente der Fadenspannung (g) bezeichnet.

Ist H die Ballonhöhe (cm), können die in dem Gleichungssystem (1) enthaltenen Konstanten A und C aus den Ausgangsbedingungen ermittelt werden, d. h. ist

$$x = H, \text{ dann ist } y = \frac{D}{2} = R \text{ und } z = 0$$

und somit

$$\left. \begin{aligned} A &= R \frac{\cos cH \cdot \sinh aH}{\sin^2 cH + \sinh^2 aH} \\ C &= R \frac{\sin cH \cdot \cosh aH}{\sin^2 cH + \sinh^2 aH} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Mit (4) erhält man aus dem Gleichungssystem (1) unter Anwendung der sowohl für den Ballon als auch für die Rotationsfläche gültigen Beziehung

$$\varrho^2 = y^2 + z^2 \quad (5)$$

die Zylinderkoordinaten-Gleichung des Ballons ($\varrho =$ Radiusvektor) zu

$$\varrho^2 = R^2 \frac{\sin^2 cx + \sinh^2 ax}{\sin^2 cH + \sinh^2 aH} \quad (6)$$

Zieht man die konstanten Werte zusammen, dann gilt

$$B^2 = \frac{R^2}{\sin^2 cH + \sinh^2 aH},$$

damit

$$\varrho^2 = B^2(\sin^2 cx + \sinh^2 ax)$$

und schließlich

$$\varrho = B \sqrt{\sin^2 cx + \sinh^2 ax} \quad (7)$$

Da die Konstanten c und a nur für jene Ballonform als Koeffizienten konstanten Wertes gedeutet werden können, die sich in einer gewissen Gleichgewichtslage entwickeln, ändert sich die Fadenspannung mit jeder Änderung der Konfiguration des Ballons. Aus den Zusammenhängen (2) und (3) geht dieses reversibles Verhältnis klar hervor.

Da die obigen Gleichungen die gegenseitige Abhängigkeit der vertikalen Komponente und der Ballonform in ganz exakter Weise beschreiben, bieten sie eine verlässliche Grundlage für die weiteren Untersuchungen.

Die in den erwähnten Beziehungen enthaltene Spannungskomponente T_x übt indes auf den den Ballon bildenden Faden keinen direkten Einfluß aus, weil die in axialer Richtung wirkende Zugkraft durch jene Spannung gegeben ist, deren Richtung mit der Richtung der im untersuchten Punkte gezogenen Tangente zusammenfällt und deren Wert stets größer ist als T_x , während ihre Höhe von der Krümmung des Ballons abhängt.

Da der den Ballon bildende Fadenabschnitt als ein eindimensionales homogenes Kontinuum angesehen werden kann, welches keine Biegungselastizität aufweist, wird der Faden nur durch jene Zugkraft landläufig »Fadenspannung« beansprucht, deren Richtung mit der axialen Richtung des Fadens zusammenfällt.

Von spinntechnischem Gesichtspunkt aus kommt nur der erwähnten Zugkraft Bedeutung zu, weil sie es ist, die während des Spinnens Fadenbrüche verursachen und dadurch die Kontinuität des Spinnens unterbrechen kann.

Gehen wir von volgendem Extremfall aus:

Es wird nach Abb. 1 der zwischen dem Fadenführer (θ) und dem Aufwindepunkt (A) liegende Fadenabschnitt betrachtet. Der Faden läuft durch den stillstehenden Läufer (F). Der Spinnkops (C_s) rotiert mit der Drehzahl,

die zum Aufwinden des mit gleichmäßiger Geschwindigkeit (v) laufenden Fadens erforderlich ist. Es sei angenommen, daß die Aufwindespannung (P) anfangs so hoch ist, daß sie nur die bei (θ) und (F) auftretende Fadenreibung zu überwinden hat und auf den Faden keine merkliche Zugkraft ausübt. Da der Fadenführer still steht, entwickelt sich kein Spinnballon.

Nimmt die Aufwindespannung P zu, so erhöht sich im Sinne der Beziehung $T = P \cdot e^{-\mu\alpha}$ auch die Fadenspannung T , wobei es entweder zur Dehnung des Fadens oder zum Fadenbruch kommt. Die Kraft T wirkt nämlich in Rich-

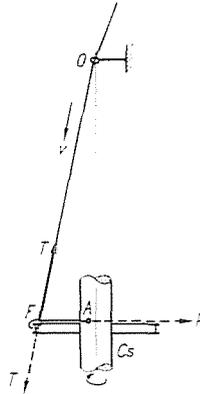


Abb. 1. Fadenspannungen bei stillstehendem Läufer

tung der geometrischen Achse des Fadens aus, und ihr hat die Fadenfestigkeit das Gleichgewicht zu halten.

Wird jedoch der Läufer (F) durch den Faden auf einer Drehzahl gedreht, die die Kopsdrehzahl annähernd erreicht, entsteht ein Ballon, und der Fadenabschnitt wird nicht unmittelbar durch die erhöhte Aufwindkraft P belastet, vielmehr wird in erster Reihe der Ballon im Sinne einer Kontraktion verformt.

Die in dem ballonbildenden Fadenabschnitt wirkende Kraft leistet also einesteils Deformationsarbeit, anderenteils dehnt sie den Faden. Der Faden ist somit weniger stark beansprucht, als wenn er die gesamte Zugkraft unmittelbar zu übernehmen hätte.

Der erwähnte Zusammenhang zwischen Zentrifugalkraft oder Amplitude des Ballons einerseits und Fadenspannung andererseits kann auf einfache Weise graphisch nachgewiesen werden, wenn man von der deformierenden Wirkung des Luftwiderstandes absieht und die Fadenkurve als eine ebene Kurve auffaßt.

Die zwei Konfigurationen eines Ballons bei gleichem Faden und gleicher Ballonhöhe sind in Abb. 2a und 2b dargestellt. Die Vektorbilder der zugehörigen Fadenspannungen finden sich in den Abb. 3a und 3b.

Die Zentrifugalkraft C_2 des zusammengezogenen Ballons (Abb. 2b) ist niedriger als die Zentrifugalkraft C_1 des ursprünglichen Ballons (Abb. 2a), vorausgesetzt, daß während der Deformation die Winkelgeschwindigkeiten der beiden Ballone während der Vorformung unverändert bleiben.

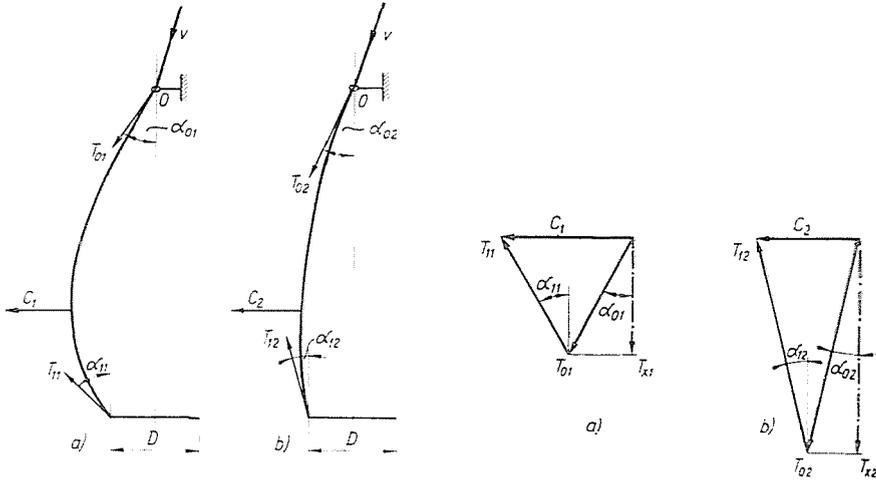


Abb. 2a—b. Expandierte und zusammengezogene Ballonformen

Abb. 3a—b. Die Vektoren der in den expandierten und zusammengezogenen Ballonen auftretenden Fadenspannungen

Mit den Bezeichnungen

- C_1, C_2 = die Zentrifugalkraft der Ballone,
- m = die auf die Längeneinheit entfallende Masse des Fadens,
- ω_f = die Winkelgeschwindigkeit des Läufers,
- ρ = der Radiusvektor des Ballons,
- l_1, l_2 = die Bogenlängen des den Ballon bildenden Fadens.
- ds = die elementare Fadenlänge,

kann für die Zentrifugalkräfte aufgeschrieben werden:

$$C_1 = m \cdot \omega_f^2 \int_0^{l_1} \rho \cdot ds$$

$$C_2 = m \cdot \omega_f^2 \int_0^{l_2} \rho \cdot ds.$$

Ersetzen wir die Integrale durch die Näherungsbeziehung:

$$\int_0^l \rho \cdot ds = \bar{\rho} \cdot l,$$

dann ergibt sich

$$C_1 = \text{Konstant} \cdot \bar{\varrho}_1 \cdot l_1$$

und

$$C_2 = \text{Konstant} \cdot \bar{\varrho}_2 \cdot l_2.$$

Für den zusammengezogenen Ballon gelten die Ungleichheiten

$$\bar{\varrho}_2 > \bar{\varrho}_1; \quad l_2 > l_1$$

und hieraus

$$C_2 > C_1.$$

Aus den Vektorbildern in den Abb. 3a—b geht hervor, daß

$$\begin{aligned} T_{12} > T_{11}; \quad T_{02} > T_{01} \\ T_{x2} > T_{x1}. \end{aligned}$$

Es kann also festgestellt werden, daß die im zusammengezogenen Ballon entstehenden Hauptspannungen (die beim Fadenführer und Läufer auftretenden Spannungen) größer sind als die Hauptspannungen des expandierten Ballons, obwohl die Zentrifugalkraft des zusammengezogenen Ballons niedriger ist als die des expandierten Ballons. Die Spinnspannungen werden also durch die Ballonkontraktion erhöht, wie dies in der Praxis, z. B. beim Aufwinden bei kleinem Durchmesser auch beobachtet werden kann.

Die bei der Ballonkontraktion auftretende Spannungszunahme läßt sich übrigens auch analytisch leicht nachweisen.

Setzt man für T_x aus der Gleichheit (2)

$$T_x = 0,112 \frac{n_j^2}{C^2 \cdot N}$$

und multipliziert und dividiert man die rechte Seite mit bzw. durch H^2 , so hat man

$$T_x = 0,112 \frac{n_j^2 \cdot H^2}{(cH)^2 \cdot N}. \quad (8)$$

Bewegt sich der Spinnring unter der Ballonamplitude, so gilt laut GRISHIN [2] mit guter Näherung

$$cH = \pi - \arcsin \left(\frac{R}{\varrho_m} \right),$$

wenn R — der Radius des Spinnrings und
 q_m — die Ballonamplitude
 ist.

Hiermit nimmt Gleichung (8) die Form

$$T_x = \frac{0,112 \cdot n_f^2 \cdot H^2}{\left[\pi - \arcsin \left(\frac{R}{q_m} \right) \right]^2} \cdot N \quad (9)$$

an. Mit wachsender Ballonamplitude q_m verringert sich T_x und damit auch T_0 und T_1 ; nimmt dagegen q_m ab, erhöhen sich die Spannungsvektoren T_x , T_0 und T_1 .

II. Durch die in den Ballon laufenden Massenungleichmäßigkeiten hervorgerufenen Spannungsänderungen

Bei der Untersuchung des Verhaltens des Ballons während des Spinnens für den Fall, daß im Faden Massenungleichmäßigkeiten (Dicke- und Dünne Stellen, Noppen) auftreten, ist folgendes zu berücksichtigen:

Während seiner Bewegung überwindet der Faden zwei Widerstandspunkte, den Fadenführer und den Läufer.

Die Massenungleichmäßigkeiten zeigen sich in Form von Massenüberschüssen oder Massendefekten.

Dementsprechend ergeben sich folgende Möglichkeiten, wenn man den Ballonzusammenbruch vorläufig außer acht läßt:

1. Massenüberschuß beim Fadenführer,
2. Massenüberschuß beim Läufer,
3. Massendefekt beim Fadenführer,
4. Massendefekt beim Läufer,
5. Massenüberschuß im Ballon,
6. Massendefekt im Ballon.

Die als Folge des Unterschiedes in den Aufwicklungsdurchmessern auftretende Ballondeformation, die im Vergleich zu der sich schnell abspielenden Massenperturbationen langsam verläuft, wird hier nicht berücksichtigt. Den aus Faden idealer homogener Massenverteilung gebildeten Ballon betrachten wir während des Spinnvorganges als ein stationäres Gebilde.

1. Massenüberschuß beim Fadenführer

Laut Abb. 4 bleibt eine in dem Faden befindliche Dicke Stelle (q) (oder eine Noppe) bei dem Fadenführer (0) augenblicklich stecken, der Fadenabschnitt (l_1) lockert sich also ein wenig; u. zw. infolge der beim Fadenführer eintretenden Verringerung der Laufgeschwindigkeit oder des augenblicklichen

Stehenbleibens des Fadens. Zugleich wird der Fadenabschnitt (l_2) kürzer, d. h. es tritt eine Kontraktion des Ballons ein, weil sich die Aufwindespannung wegen der Verringerung der Laufgeschwindigkeit des Fadens erhöht.

Spielt sich der erwähnte Vorgang beim Aufwinden auf einen kleinen Durchmesser ab, kann die Fadenspannung sogar eine bedenkliche Höhe erreichen. Ist dagegen die Ballonamplitude anfangs groß genug, wird die zur Deformation erforderliche Fadenlänge der Fadenreserve des Ballons entnommen, so daß die Spannung unter dem Bruchwert bleibt.

Für diesen Fall sagt man, daß die Spannungszunahme durch Ballondeformation kompensiert wird.

Nach Durchlaufen einer Dickestelle durch den Fadenführer spannt sich der Fadenabschnitt (l_1) von neuem, und der Ballon expandiert, bis er seinen ursprünglichen Zustand erreicht hat.

2. Massenüberschuß beim Läufer

Bleibt die im Faden befindliche Dickestelle (q) auf einem Augenblick am Läufer (F) stecken, expandiert der Ballon, da sich die Aufwindegeschwindigkeit verringert (siehe Abb. 5). Im Fadenabschnitt l_3 , d. h. zwischen Läufer und Spinnkops kann sich die Spannung bis zum Fadenbruch erhöhen. Der Ballon ist — trotz seiner Expansion — nicht imstande, diese Spannungszunahme auszugleichen, weil die Aufwindespannung in diesem Fall unabhängig vom Ballon wächst.

Sobald die Masse (q) den Läufer passiert hat, zieht sich der Ballon als Folge der Verringerung der Aufwindespannung und der Erhöhung der Aufwindegeschwindigkeit auf seine ursprüngliche Form zusammen.

3. Massendefekt beim Fadenführer

Dies ist der inverse Fall des Vorganges laut Punkt 1. Zwischen den Verzugswalzen und dem Fadenführer (O) ruft die Dünne (p) in der Ballonform keine Änderung hervor. Sobald sie jedoch den Fadenführer hinter sich gelassen hat, verursacht sie eine merkliche Ballonkontraktion. Ist die Fadenstelle übermäßig dünn, wird der Faden durch die beim Fadenführer auftretende Spannung T_0 zerrissen (siehe Abb. 6).

Solange die Masse (p) den Fadenführer nicht hinter sich gelassen hat, tritt keine Änderung in der Ballonform auf, weil die Laufgeschwindigkeit des Fadens (v) konstant bleibt.

4. Massendefekt beim Läufer

Dies ist der inverse Fall des Vorganges laut Punkt 2. Wenn die dünne Fadenstelle (p) den Läufer (F) erreicht, zieht sich der Ballon zusammen, und da sich während des Durchlaufens einer dünnen Stelle durch den Läufer

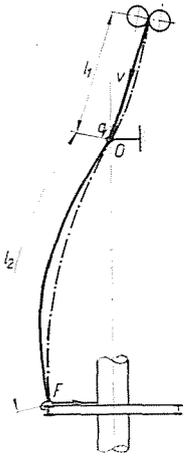


Abb. 4. Die Wirkung des beim Fadenführer auftretenden Widerstandes bei Massenüberschuß

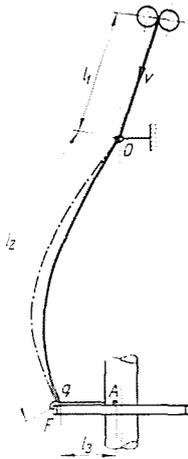


Abb. 5. Die Wirkung des beim Läufer auftretenden Widerstandes bei Massenüberschuß

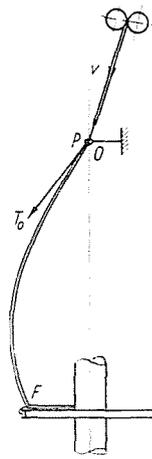


Abb. 6. Durchlauf des Fadens durch den Fadenführer bei Massendefekt

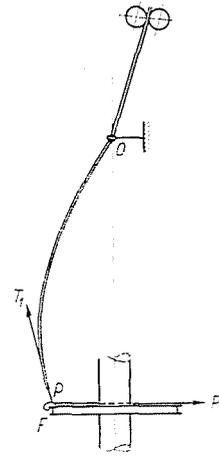


Abb. 7. Durchlauf des Fadens durch den Läufer bei Massendefekt

der Spannungswert ungefähr auf das Zweifache erhöht, ist die Wahrscheinlichkeit eines Fadenbruches sehr groß ($P=2T_1$).

Der zusammengefallene Ballon ist nicht imstande, diese Spannungszunahme auszugleichen (siehe Abb. 7).

5. Massenüberschuß im Ballon

Der mit dem Faden in den Ballon einlaufende Massenüberschuß ist stets mit einer Ballonexpansion verbunden, somit kann auf Grund des im Teil I. gegebenen Beweises gesagt werden, daß die Ballonamplitude (Q_m) als Folge des in einem beliebigen Punkt des Ballonabschnittes auftretenden Massenüberschusses stets wächst, wodurch sich die Fadenspannung verringert.

Die Aufnahme in Abb. 8 zeigt die Ballonform beim Aufwickeln auf großen Durchmesser.

6. Massendefekt im Ballon

Dies ist der inverse Fall des Vorganges laut Punkt 5. Der im Ballon vorhandene Massendefekt ruft stets eine Ballonkontraktion hervor, die im Sinne der im Teil I. beschriebenen Gesetzmäßigkeit infolge Abnahme der Ballonamplitude eine Spannungszunahme herbeiführt.

Abb. 9 und 10 stellen diesen Vorgang für zwei Fälle dar. Abb. 9 zeigt die Folgen des im Ballon auftretenden Massendefektes beim Aufwickeln auf kleine Kopsdurchmesser, während in Abb. 10 der gleiche Vorgang für große Kopsdurchmesser zu sehen ist.

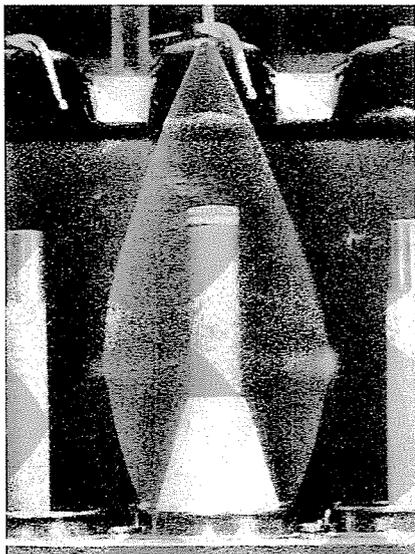


Abb. 8. Durch Massenüberschuß hervorgerufene Ballonexpansion

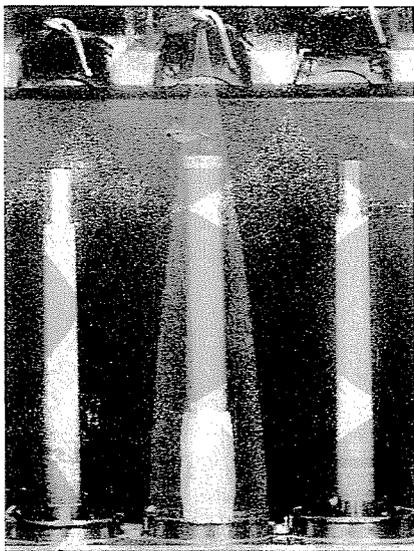


Abb. 9. Durch Massendefekt hervorgerufene Ballonkontraktion bei kleinem Kopsdurchmesser



Abb. 10. Durch Massendefekt hervorgerufene Ballonkontraktion bei großem Kopsdurchmesser

In beiden Fällen zeigt sich eine starke Ballonkontraktion. Beim kleinen Kopsdurchmesser ist sie so stark, daß der rotierende Faden — wie dies gut zu sehen ist — den Kopsrand berührt.

Das Auftreten des Fadenbruches hängt davon ab, wie hoch die aus der Ballonkontraktion resultierende Spannungszunahme T_0 bzw. T_1 im Verhältnis zur Fadenfestigkeit ist.

Experimentelle Kontrolle

Die Entwicklung von Ballonen mit Massenperturbationen wurde an Filmaufnahmen untersucht. Beim Massenüberschuß war stets eine Ballonexpansion, beim Massendefekt eine Ballonkontraktion zu beobachten. Die Ballondeformation zeigt sich in Form von Ballonfluktuation bereits bei den geringsten Fadenungleichmäßigkeiten oder Noppen.

Zum Zweck der Beobachtungen wurden Faden der Feinheit Nm 40 (Tex 25) bei einer Spindeldrehzahl von $10\,350\text{ min}^{-1}$ und bei einer Liefergeschwindigkeit von $14,4\text{ sec}^{-1}$ gesponnen. Aus den mit einer Aufnahmegeschwindigkeit von 48 Bildern/sec angefertigten Filmen konnte die Kontraktion und Expansion des Ballons selbst für den Fall beobachtet werden, daß künstlich herbeigeführte Perturbationen durch den Fadenführer bzw. den Läufer hindurchliefen.

Beim Massendefekt zeigte sich die Ballonkontraktion bis der Mittelpunkt der dünnen Fadenstelle den Schwerpunkt des ballonbildenden Fadenabschnittes erreicht hatte; von da an ließ sich eine relative Expansion des Ballons beobachten. Sobald die dünne Stelle den Läufer hinter sich gelassen hatte, nahm dann der Ballon wieder seine ursprüngliche Form an.

Die Untersuchungen wurden bei maximaler und bei auf die Hälfte reduzierter Ballonhöhe, ferner bei kleinem und großem Durchmesser durchgeführt.

Fand der Durchlauf eines Massenüberschusses während der Verringerung der Ballonhöhe statt, trat gleichfalls eine Ballonexpansion auf, während sich bei Massendefekt die Fadenspannung wegen des stark zusammengefallenen Ballons bis zum Fadenbruch steigerte.

Bei maximalem Kopsdurchmesser expandierte der Ballon beim Durchlauf von Noppen, wogegen er sich beim Durchlauf von Dünnstellen ebenso zusammenzog wie beim kleinen Durchmesser. Diese Kontraktion hatte jedoch keine bis zum Fadenbruch führende Spannungserhöhung zur Folge.

Der Vollständigkeit halber wurde auch der Fall des *Ballonzusammenbruches* geprüft. War der in den Ballon einlaufende Massenüberschuß sehr groß (ca. 6 mg), kam es geradeso zum Ballonzusammenbruch, als hätten wir die Spannungsverringering durch Verminderung des Läufergewichtes erzielt.

Der Ballonzusammenbruch ist stets mit einer Spannungsabnahme verbunden. Dies ist eine natürliche Folge des Vorganges, da die Höhen (H) der entstandenen mehrfachen Ballone abnahm [siehe die Gleichung (8)].

*

Die besprochenen Zusammenhänge zwischen den durch Massenperturbationen hervorgerufenen Verformungen des Spinnballons einerseits und den Spinnspannungen andererseits sind der besseren Übersicht halber in der hier folgenden Tabelle zusammengefaßt:

| Nr. | Vorgang | Ballonzustand | Spannungsänderung | Bemerkung |
|-----|----------------------------------|---------------|-------------------|---|
| 1. | Massenüberschuß beim Fadenführer | Kontraktion | Zunahme | Durch die Anfangsform des Ballons bedingte Kompensation |
| 2. | Massenüberschuß beim Läufer | Expansion | Abnahme | Ausnahme: Einklemmen beim Läufer |
| 3. | Massendefekt beim Fadenführer | Kontraktion | Zunahme | Durch die Anfangsform des Ballons bedingte Kompensation |
| 4. | Massendefekt beim Läufer | Expansion | Zunahme | Der Ballon übt keine Wirkung aus |
| 5. | Massenüberschuß im Ballon | Expansion | Abnahme | Bedingungslose Kompensation |
| 6. | Massendefekt im Ballon | Kontraktion | Zunahme | Durch die Anfangsform des Ballons bedingte Kompensation |
| 7. | Ballonzusammenbruch | Mehrfacher | Abnahme | Bedingungslose Kompensation |

Aus unseren Versuchsergebnissen geht hervor, daß der beim Ringspinnen entstehende Spinnballon, allgemeinen gesehen, kein Gebilde ist, welches die Spinnspannung unter allen Umständen und Bedingungen ausgleicht.

Die in obiger Tabelle enthaltenen Varianten können in folgende Kategorien eingereiht werden:

a) *Die Spannungskompensation des Spinnballons ist bedingungslos*

Bewegt sich der Massenüberschuß in dem Fadenabschnitt zwischen dem Fadenführer und dem Läufer (Tabelle, Nr. 5) oder bleibt er beim Läufer für einen Augenblick stecken, um jedoch ohne Verklemmen durch den Läufer hindurchzugleiten (Tabelle Nr. 2), so verringert sich die Spinnspannung durch die Expansionsdeformation des Ballons.

Der Ballonzusammenbruch ist — obwohl er sich auf die Spannung verringernd auswirkt — wegen der Bildung von Wellen-Knotenpunkten für das Ringspinnen gefährlich und zu vermeiden.

Zur Verhinderung des Ballonzusammenbruches eignen sich die Trennringe, während sich beim Spinnen von Fadenhoher Festigkeit die Spannungserhöhung (durch Steigerung des Läufergewichtes) empfiehlt. Der Ballonzusammenbruch (Tabelle, Nr. 7) als physikalische Erscheinung ist übrigens als ein Fall der natürlichen Spannungskompensation aufzufassen.

b) *Die Spannungskompensation des Ballons ist bedingt*

Die überwiegende Zahl von Spinnfällen kann in diese Kategorie eingereiht werden. In den Tabellenfällen Nr. 1, 3 und 6 hängt die spannungskompensierende Wirkung, d. h. die Deformationsfähigkeit des Ballons von der Amplitude des ursprünglichen Ballons ab.

Hierzu muß bemerkt werden, daß nur jene Ballone berücksichtigt werden können, die eine effektive Ballonamplitude bilden, da Ballone mit fiktiver Amplitude (die unter dem Spinnring entstehen) schon von Anfang an gespannt sind, so daß der Faden die zur weiteren Deformation erforderliche Spannungszunahme im allgemeinen nicht vertragen kann.

c) *Der Spinnballon ist wirkungslos*

Dieser Sonderfall ist durch die in der Tabelle unter Nr. 4 angeführten Angaben gekennzeichnet. Der Vorgang ist übrigens analog mit dem Fall, in welchem den stark zusammengezogenen Ballon ein Fadenabschnitt geringer Festigkeit bildet, und daher die Wahrscheinlichkeit eines Fadenbruches sehr groß ist.

*

Aus den Ergebnissen unserer Versuche geht hervor, daß unsere Auffassung über die bedingungslose spannungskompensierende Wirkung des Spinnballons einer Revision bedarf und daß die bedingten Wirkungen voneinander streng unterschieden werden müssen. Am einfachsten führen hierbei die praktischen Erfahrungen und die Untersuchung der Ursachen der Fadenbrücke an der Spinnspule.

Nach diesen Feststellungen stellt der praktische Spinner mit Recht die Frage, wie sich der bedingungslose Spannungsausgleich verwirklichen ließe.

Bei den gegenwärtigen Ringspinnssystemen ist eine völlig befriedigende Lösung dieses Problems noch nicht gelungen.

Eine gewisse Besserung bedeuten jene Spinnssysteme, die mit Ballonen konstanter oder nahezu konstanter Höhe, d. h. mit expansive Ballonen spinnen. Als wirksam hat sich auch das Spinnen mit mehrfachen Ballonen, d. h. mit Ballonringen, erwiesen.

Das Spinnen ohne Ballone, mit dem man sich seit Jahrzehnten befaßt, konnte sich bis jetzt vermutlich deshalb nicht durchsetzen, weil die Spannungsänderungen auch auf diese Weise nicht ausgeglichen werden können. Bei dieser Methode treten nämlich statt der Ballonspannungen erhebliche Reibungskräfte auf, wobei die in einigen Fälle dennoch vorteilhafte bedingungslose sowie bedingte kompensierende Wirkung des Ballons jedenfalls entfallen.

Es scheint, daß sich zur Lösung des Problems unter den gegenwärtigen Systemen nur die Spinnzentrifuge eignet ist, bei welcher der innere, in horizontaler Ebene rotierende, ballonbildende Fadenabschnitt sehr kurz, die Spinnspannung dagegen klein und beinahe konstant ist. Die praktische Entwicklung dieser im Prinzip richtigen Lösung wird jedoch noch durch viele Schwierigkeiten (z. B. konstruktive und Antriebsprobleme, Werkstoffprobleme, Umwinden, usw.) verzögert.

Zusammenfassung

Der Spinnballon erleidet stets eine Deformation, sofern der Faden eine Massenungleichmäßigkeit in irgendeinem Sinne enthält. Die Ballondeformation beeinflusst die Spinnspannung entweder im Sinne einer Erhöhung oder einer Verminderung. Die Abhandlung zeigt die Wirkung des Spinnballons auf die Spannungsänderungen für alle beim Ringspinnen vorkommenden Fälle mit besonderer Berücksichtigung jener Bedingungen, unter denen die Spannungszunahme die Kontinuität des Spinnens gefährdet.

Literatur

1. MERÉNYI, G.: Untersuchung der durch Massenperturbation hervorgerufenen Vorgänge beim Spinnballon. Dissertation, 1963.
2. GRISHIN, P. F.: Balloon control. Platt Bulletin, VIII, 6.

Dr. Gábor MERÉNYI, Budapest XI. Sztoczek u. 2—4, Ungarn.